

Impacto da adição de ácidos gordos ómega-3 e das temperaturas de conservação na qualidade de ovos de galinha

Rita Maria Castro Reis Marques

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Alimentar – Processamento de Alimentos

Orientadora: Professora Doutora Anabela Cristina da Silva Naret Moreira Raymundo

Júri:

Presidente: Doutora Margarida Gomes Moldão Martins, Professora Auxiliar com Agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutora Anabela Cristina da Silva Naret Moreira Raymundo, Professora Auxiliar com Agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa;

Doutora Maria Madalena dos Santos Lordelo Redford, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, quero agradecer a oportunidade que me foi dada pela ZêzerOvo – Produção Agrícola e Avícola do Zêzere SA., em realizar o estudo desta dissertação de mestrado, por todo o apoio, disponibilidade e acompanhamento que me proporcionaram.

Agradeço sobretudo à minha orientadora externa, a Eng^a. Margarida Barbosa, que me acompanhou durante todo este percurso. Um especial agradecimento ao Engenheiro David Henriques, por estar sempre disponível para esclarecer qualquer dúvida que tivesse e por todo o apoio, simpatia e acolhimento que me deu. À Marina Godinho por ter estado sempre disponível e por todo o apoio prestado durante a parte prática do trabalho. A todos os trabalhadores que, de alguma forma, me ajudaram e contribuíram para o bom funcionamento do trabalho que realizei.

Agradeço também à Professora Doutora Anabela Raymundo, pela sua inestimável disponibilidade, pelo apoio e preciosa ajuda que me deu na concretização deste estudo.

Por fim, quero agradecer à minha família e amigas que estiveram sempre a meu lado.

A todos o meu muito obrigada!

Resumo

O sector avícola é um dos principais sectores agroalimentares que tem tido a preocupação de desenvolver produtos que vão ao encontro das novas exigências dos consumidores. Atualmente, este sector tem apostado no desenvolvimento de diversos produtos, mais concretamente a empresa ZêzerOvo, tem investido no desenvolvimento e melhoramento da produção de ovos enriquecidos em ómega-3. Com o objetivo de avaliar o impacto da adição de gordos polinsaturados em ómega-3 na qualidade de ovos a diferentes temperaturas de armazenamento (ambiente e refrigerado), foram analisados 1.440 ovos provenientes de duas estirpes de galinhas: *Lohmann Brown-Classic* e *H&N Brown Nick*. Para tal, estes ovos foram sujeitos a análises qualitativas e microbiológicas, como forma de constatar se o tipo de enriquecimento do ovo afeta a qualidade do mesmo e se as condições de armazenamento, a que são sujeitos os ovos, afetam os parâmetros analisados, em particular o peso do ovo, câmara de ar, altura do albúmen, unidade de Haugh, cor da gema, pH do ovo e presença de manchas de carne e de sangue.

Pelos resultados obtidos, relativamente às análises dos parâmetros qualitativos, verificou-se que o enriquecimento do ovo não afetou a qualidade, mas as condições de armazenamento, nomeadamente a temperatura e duração, influenciaram negativamente determinados parâmetros de qualidade. Efetivamente, com o aumento do período de armazenamento, o peso, a altura do albúmen e as unidades de Haugh diminuíram, enquanto a câmara de ar e o pH aumentaram. Por sua vez, com o aumento da temperatura de armazenamento a altura do albúmen e as unidades de Haugh diminuíram drasticamente e o pH do ovo foi superior quando comparado com os ovos armazenados em ambiente refrigerado. A cor da gema e a frequência de manchas não foi influenciada pelas condições de armazenamento.

Palavras-chave: Ovo, ómega-3, qualidade, condições de armazenamento, parâmetros qualitativos

Abstract

The poultry sector is one of the main agri-food sectors that have been concerned to develop products that meet the new demands of consumers. Currently, this sector has been developing several products, more specifically the company ZêzerOvo, has invested in the development and improvement of production omega-3 enriched eggs. With the objective to evaluate the evolution of the quality of omega-3 enriched eggs and eggs without any enrichment, storage at different temperatures (room temperature and cooled), 1.440 eggs were analyzed from two strains of chickens: *Lohmann Brown-Classic* and *H&N Brown Nick*. For this purpose, these eggs were subjected to qualitative and microbiological analyzes, as a way to verify if the type of egg enrichment affects the egg quality and if the storage conditions to which the eggs are subjected affect the analyzed parameters, in particular egg weight, air cell, album height, HU unit, yolk color, egg pH and presence of flesh and blood spots.

Due to the results obtained, in relation to qualitative parameters analyzes, it was verified that the egg enrichment did not affect the quality, but the storage conditions, namely temperature and duration, negatively influenced certain quality parameters. Effectively, as the storage period increased, the weight, albumen height, and Haugh unit decreased as the air cell and pH increased. In turn, with increasing temperature the albumin height and Haugh units decreased dramatically and the pH of the egg was higher when compared to eggs stored in a refrigerated environment. The color of the yolk and the frequency of spots was not influenced by storage conditions

Key-words: Egg, ómega-3, quality, storage conditions, qualitative parameters

Índice

1. Introdução.....	1
2. Enquadramento teórico	3
2.1. O sector avícola	3
2.1.1. Produção de Ovos Mundialmente	3
2.1.2. Produção de Ovos na Europa	5
2.2. Descrição da empresa	7
2.3. Galinhas.....	9
2.3.1. Origem e domesticação da galinha	9
2.3.2. A galinha poedeira	10
2.3.2.1. Galinhas híbridas	10
2.3.2.2. Estirpe de galinhas utilizadas no ensaio.....	11
2.3.3. Ciclo produtivo da galinha	12
2.3.4. Caracterização dos modos de produção	13
2.4. O ovo	14
2.4.1. Formação do ovo	14
2.4.2. Estrutura do ovo.....	16
2.4.2.1. Casca.....	16
2.4.2.2. Clara	17
2.4.2.3. Gema	18
2.4.3. Valor nutricional do ovo.....	19
2.4.4. Ovos enriquecidos em ómega-3.....	20
2.4.4.1. Ácidos gordos ómega-3	21
2.4.4.2. Linhaça	22
2.4.4.3. Estudos desenvolvidos.....	23
2.4.4.4. Qualidade organolética dos ovos enriquecidos em ómega-3.....	24
2.4.5. Validade do ovo	25
2.4.6. Identificação dos ovos.....	25
2.4.7. Classificação e categoria dos ovos	26
2.5. Qualidade do ovo	27
2.5.1. Parâmetros externos.....	27
2.5.1.1. Peso do ovo	27
2.5.1.2. Forma do ovo.....	27
2.5.1.3. Casca.....	28
2.5.2. Parâmetros internos.....	29
2.5.2.1. Gema	29
2.5.2.2. Albúmen.....	30
2.5.2.3. Câmara de ar	31
2.5.3. Parâmetros físico-químicos.....	31
2.5.4. Parâmetros microbiológicos	32
2.6. Fatores que afetam a qualidade do ovo	34
2.6.1. Fatores relacionados com a galinha.....	34
2.6.2. Fatores externos - Armazenamento	34
2.6.3. Fatores Microbiológicos	35

3. Materiais e Métodos	37
3.1. Amostragem.....	37
3.2. Descrição do procedimento seguido durante o ensaio experimental	40
3.3. Controlo de qualidade dos ovos	40
3.3.1. Análises físico – químicas dos ovos	41
3.3.2. Análises microbiológicas	43
3.3.3. Limites de aceitação	44
3.4. Análise estatística dos resultados	44
4. Apresentação e discussão dos resultados	45
4.1. Evolução dos parâmetros de qualidade dos ovos extra fresco	45
4.2. Evolução dos parâmetros de qualidade dos ovos com e sem enriquecimento em ω -3 ao longo do tempo de conservação	47
4.2.1. Peso dos ovos.....	48
4.2.2. Câmara de ar	49
4.2.3. Altura do Albúmen.....	50
4.2.4. Unidades Haugh	51
4.2.5. Cor da gema	52
4.2.6. pH do ovo.....	53
4.2.7. Frequência do aparecimento de manchas.....	54
4.3. Análises microbiológicas	55
4.4. Perfil de ácido gordo do ovo enriquecido em ω -3.....	56
5. Conclusão.....	57
6. Bibliografia	58
Anexos	67

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Efetivo de galinhas poedeiras no mundo para o ano de 2014.....	4
Tabela 2 – Evolução da produção de ovos em Portugal.....	6
Tabela 3 – Balanços de aprovisionamento dos ovos em Portugal.....	6
Tabela 4 – Produtos produzidos pela ZêzerOvo.....	8
Tabela 5 – Classificação científica da galinha doméstica	9
Tabela 6 – Estirpes utilizadas no ensaio	11
Tabela 7 – Tabela nutricional do ovo.....	19
Tabela 8 – Classificação dos ovos	26
Tabela 9 – Delineamento experimental	37
Tabela 10 – Total de ovos utilizados durante o ensaio	39
Tabela 11 – Distribuição dos ovos nas diferentes classes de classificação	39
Tabela 12 – Tempo e temperatura de desenvolvimento de cada microrganismo	43
Tabela 13 – Limite de aceitação de cada parâmetro de qualidade	44
Tabela 14 – Avaliação das propriedades físico-químicas dos ovos extra frescos	45
Tabela 15 – Resultados das análises microbiológicas.....	55
Tabela 16 – Perfil de ácidos gordos de ovos sem enriquecimento	56
Tabela 17 – Perfil de ácidos gordos de ovos enriquecidos em ómega-3	56

Lista de Figuras

Figura 1 – Produção histórica de ovos no Mundo.....	3
Figura 2 – Top 10 produtores mundiais de ovos.....	4
Figura 3 – Produção de ovos na União Europeia	5
Figura 4 – Evolução do efetivo de galinhas poedeiras em Portugal.....	6
Figura 5 – Slogan da ZêzerOvo.....	8
Figura 6 – Lohmann Brown-Classic.....	11
Figura 7 – H&N Brown Nick.....	11
Figura 8 – Ciclo produtivo da galinha poedeira.....	13
Figura 9 – Aparelho reprodutor da galinha	14
Figura 10 – Óvulo de uma galinha.....	15
Figura 11 – Estrutura do ovo	16
Figura 12 – Estrutura da clara	17
Figura 13 – Colorações da gema	18
Figura 14 – Estrutura química dos ácidos gordos ómega-3.....	21
Figura 15 – Código de identificação dos ovos	25
Figura 16 – Manchas de sangue e carne	30
Figura 17 – Unidades de Haugh para ovos AA, A e B	31
Figura 18 – Presença de bolores e leveduras nos ovos	33
Figura 19 – Efeito do armazenamento nos ovos.....	35
Figura 20 – Meio propício à proliferação de fungos	36
Figura 21 – Medição da altura do albúmen.....	42
Figura 22 – Leque colorímetro Roche	42
Figura 24 – Evolução do peso dos ovos ao longo de 20 semanas	48
Figura 25 – Resultados obtidos da medição da câmara de ar	49
Figura 26 – Evolução da altura do albúmen	50
Figura 27 – Resultados obtidos das unidades de HU	51
Figura 28 – Resultados obtidos da cor da gema de acordo com a escala de Roche.....	52
Figura 29 – Resultados obtidos da medição do pH do ovo.....	53
Figura 30 – Frequência de manchas de sangue.....	54
Figura 31 – Frequência de manchas de carne	54

Lista de abreviaturas

DHA – Ácido docosaexaenoico

EPA – Ácido eicosapentaenoico

FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

g – gramas

HU – Unidade Haugh

IDR – ingestão diária recomendada

mm – milímetros

UE – União Europeia

USDA – United States Department of Agriculture

UFC – Unidades Formadoras de Colónias

ω -3 – Ácido gordo ómega-3

1. Introdução

O sector avícola é um exemplo de uma indústria agroalimentar que, nas últimas décadas, tem tido a preocupação de produzir alimentos que vão ao encontro das exigências dos consumidores e do aumento da procura de alimentos sentida no mercado, pelo que tem apostado na sua modernização e na inovação tecnológica. O melhoramento genético, a alimentação animal, a adoção de práticas de manejo mais eficientes e a prevenção de doenças, são fatores que revelam o empenho por parte desta indústria em produzir alimentos nutricionalmente mais ricos (Damerow, 1995).

O ovo é um dos dois principais produtos produzidos pela avicultura industrial. Caracteriza-se por ser um dos melhores alimentos que podem ser consumidos pelo homem, isto porque oferece um equilíbrio completo de nutrientes essenciais, como vitaminas, minerais e ácidos gordos de grande valor biológico. É, de igual modo, um alimento de baixo custo e por isso acessível a todas as pessoas, o que se traduz no aumento do seu consumo principalmente em países em desenvolvimento (Conway, 2015). É também dos alimentos mais versáteis do ponto de vista culinário podendo ser apresentado sob diversas formas o que, aliado às suas características nutricionais, o torna num alimento muito completo e apreciado na alimentação humana (Duarte, 2016).

Atualmente os consumidores estão cada vez mais interessados em alimentos que possuam um fator adicional na sua composição capaz de trazer benefícios à saúde humana. Atendendo a esta nova tendência, a indústria avícola tem desenvolvido e promovido a comercialização de ovos enriquecidos em ácidos gordos, nomeadamente ácidos gordos polinsaturados do tipo ómega-3. O consumo deste tipo de ovos é de extrema importância para o bom funcionamento do nosso organismo, pois estes ácidos gordos são considerados essenciais e só os conseguimos obter através da nossa alimentação. Para além disto, o consumo destes ovos apresentam diversos benefícios para a saúde humana, nomeadamente o menor risco de doenças cardiovasculares, de problemas de visão e ação benéfica ao nível das arritmias cardíacas (Chan & Cho, 2009). Outro importante aspeto no consumo deste tipo de alimento é o facto de suprir as carências em ómega-3 que possam existir em comunidades que não tenham acesso a alimentos ricos neste tipo de ácido gordo, nomeadamente da proveniência de animais marinhos.

Por ser um alimento muito apreciado e recomendado, a qualidade dos ovos é extremamente importante para o consumidor. Durante a produção de ovos, independente do sistema de produção, são realizados diversos controlos veterinários,

zootécnicos, serológicos e microbiológicos com a periodicidade adequada para garantir um produto final com garantia de segurança alimentar e qualidade higieno – sanitária (Agrícola, 2011). Para comprovar a frescura e qualidade do ovo ao longo do tempo, são realizadas análises microbiológicas e físico-químicas, onde se analisam determinados parâmetros, tais como, câmara de ar, pH, unidades de Haugh (HU), cor da gema, espessura da casca, entre outros.

Hoje em dia, os estudos realizados sobre os fatores que afetam a qualidade dos ovos não são novidade, mas apesar disto o desenvolvimento do presente trabalho decorreu da necessidade da ZêzerOvo avaliar as diferenças que possam existir entre os ovos enriquecidos em ômega-3 dos ovos sem enriquecimento em termos qualitativos. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho é avaliar o impacto da adição de ácidos gordos ômega-3 e da temperatura de conservação na qualidade de ovos de galinhas.

2. Enquadramento teórico

2.1. O sector avícola

O sector avícola representa uma parte significativa e em crescimento do agronegócio global e é também uma das partes mais dinâmicas do comércio mundial do agronegócio (Bell, 2002). Foi talvez o sector da produção animal em que a produtividade e os sistemas de produção mais mudaram após a 2ª Guerra Mundial (Silva, 2014), devido à introdução de métodos modernos de produção intensiva, melhorias genéticas, melhoramento preventivo das doenças, adoção de medidas de biossegurança, aumento da população e do poder económico (Narrod et al., 2012). A evolução associada a esta mudança teve grande expressão no aumento do consumo de ovos mundial, podendo-se comprovar este facto pela Figura 1, com crescimento mais acentuado nos países hoje aceites como mais desenvolvidos (Silva, 2014).

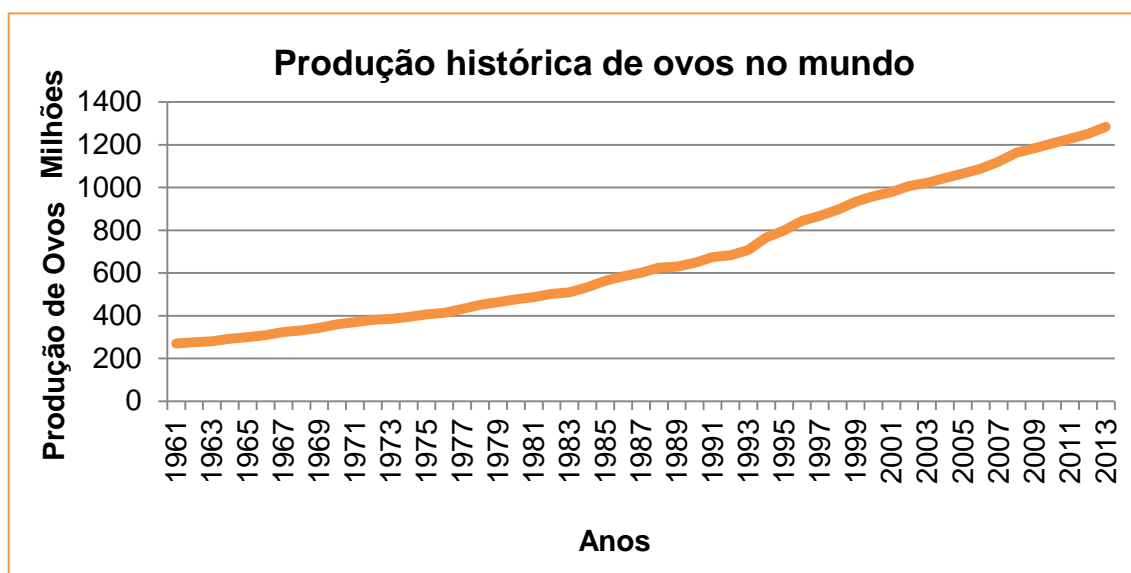


Figura 1 – Produção histórica de ovos no Mundo
Adaptado de FAOSTAT, 2017

2.1.1. Produção de Ovos Mundialmente

Segundo dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), em 2014, o efetivo animal de galinhas poedeiras no Mundo foi de aproximadamente 7 mil milhões de cabeças (Tabela 1).

Tabela 1 – Efetivo de galinhas poedeiras no mundo para o ano de 2014

Efetivo de galinhas poedeiras no mundo, no ano de 2014	
Nº de cabeças	
África	531.740.691
América	113.523.767
Ásia	4.463.031.539
Europa	924.323.993
Oceânia	21.434.090
Mundo	7.063.554.079

Tabela adaptada de FAOSTAT, 2017

Pela análise da tabela acima apresentada, verifica-se que o continente que possui um maior efetivo animal é o continente asiático, representando 63% do efetivo de galinhas poedeiras no mundo. Segundo dados da mesma organização, o país que mais se destacou dentro deste continente, foi a China com 56% deste valor (FAOSTAT, 2017).

Em relação à produção mundial de ovos, segundo dados da FAO para o ano de 2013, a China foi o país que produziu uma maior quantidade de ovos, nomeadamente 488.920.000 milhões de ovos, sendo responsável por cerca de 38% da produção mundial de ovos (FAOSTAT, 2017).

Em termos produtivos, apenas 10 países são considerados os maiores produtores de ovos mundiais (Figura 2). Para além da China, os Estados Unidos, a Índia e outros 6 países pertencem a esta lista, mas com uma diferença significativa, em comparação com o líder da tabela.

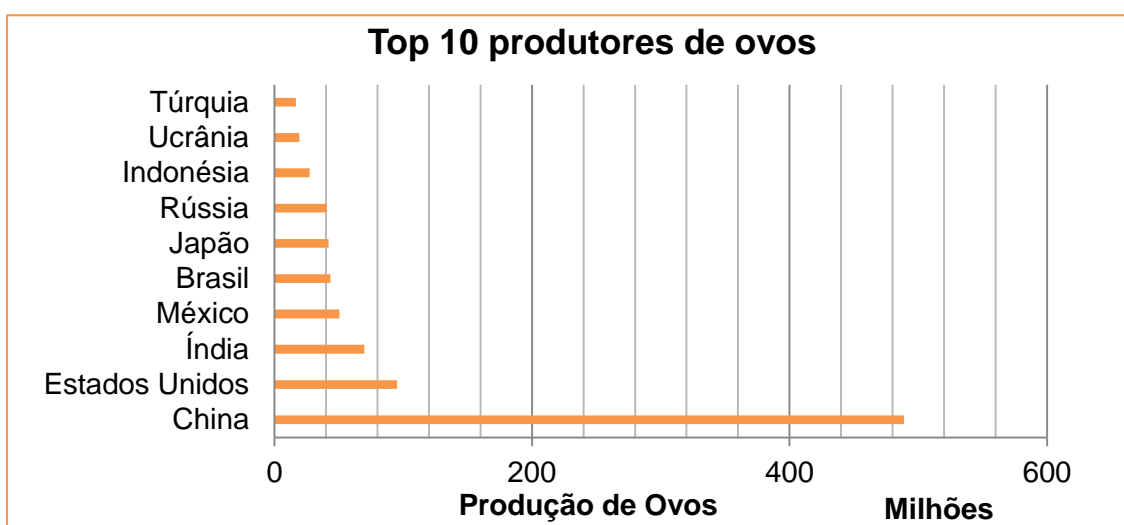


Figura 2 – Top 10 produtores mundiais de ovos
Adaptado de FAOSTAT, 2017

2.1.2. Produção de Ovos na Europa

Na União Europeia, em termos de produção de ovos existe uma grande disparidade entre os 28 Estados-Membros, como se pode verificar pela Figura 3. Segundo dados da FAO, para o ano de 2013, o maior produtor de galinhas poedeiras foi Itália, com um valor correspondente de 71 milhões de cabeças de galinhas. No entanto não foi este o país que teve uma maior produção de ovos, mas sim a França com aproximadamente 16 milhões de ovos produzidos, representando 13,5% da produção de ovos na UE (FAOSTAT, 2017).

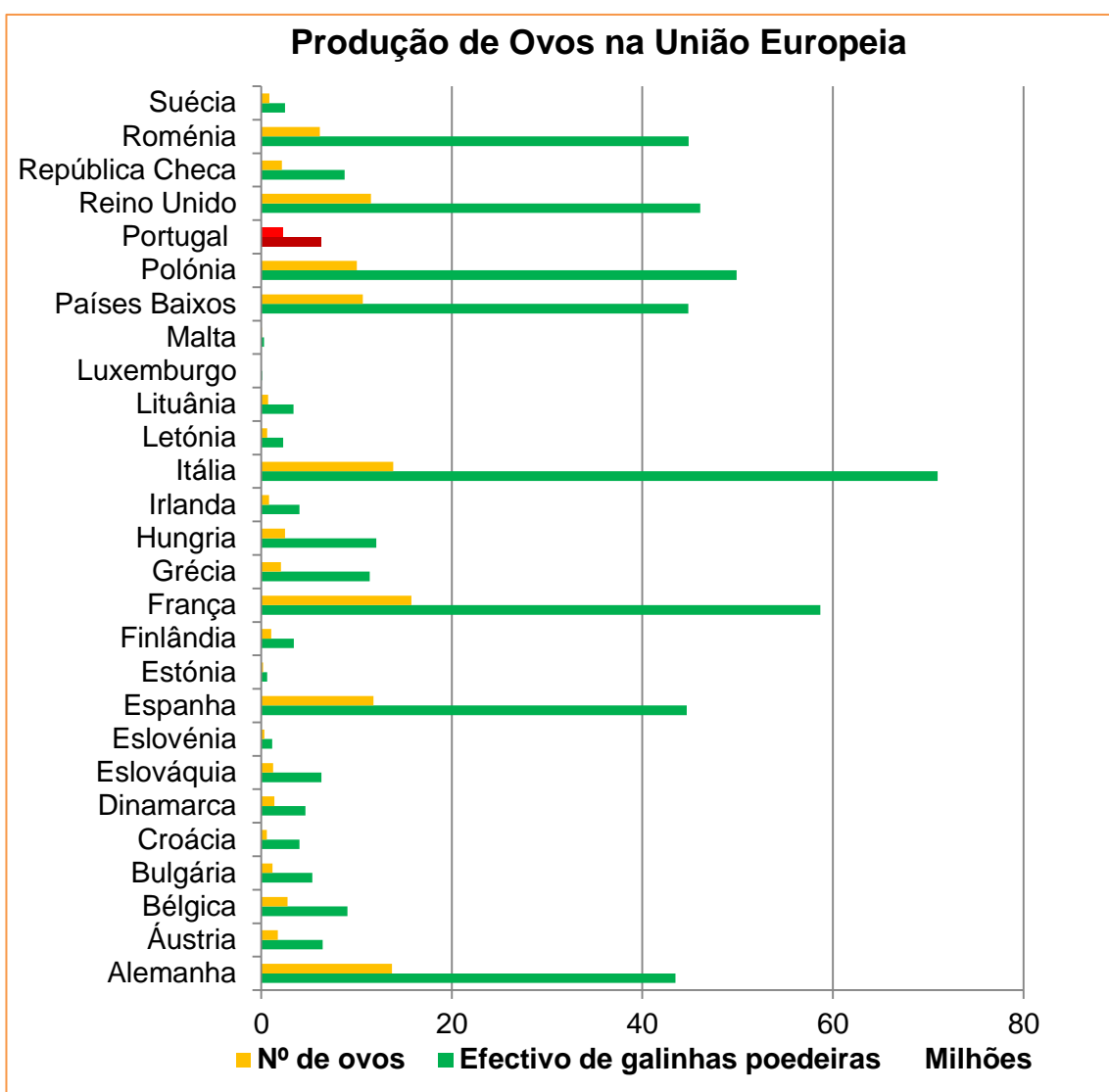


Figura 3 – Produção de ovos na União Europeia
Adaptado de FAOSTAT, 2017

2.1.2.1. Produção de Ovos em Portugal

Nos anos de 2011 a 2014, verificou-se uma evolução positiva do número de galinhas poedeiras no nosso país (Figura 4). O aumento do efetivo destas aves, em Portugal, é sobretudo decorrente do maior investimento que tem sido realizado no setor avícola.



Figura 4 – Evolução do efetivo de galinhas poedeiras em Portugal
Adaptado de FAOSTAT, 2017

Portugal, em termos produtivos, ocupa o 11º lugar na UE, sendo responsável por aproximadamente 2% da produção de ovos (FAOSTAT, 2017). A quantidade de ovos produzida registou um aumento nos últimos anos, como se verifica pela Tabela 2, em resultado do crescimento do efetivo de galinhas poedeiras e da modernização de alguns pavilhões de maior dimensão.

Tabela 2 – Evolução da produção de ovos em Portugal

Evolução da produção de ovos em Portugal					
Ano	2011	2012	2013	2014	2015
Produção de ovos (t)	122815	120482	125452	131858	144837
Nº de ovos	-	1406125	1486028	1561419	172065

Tabela adaptada de INE a e INE b, 2017

Quanto ao consumo de ovos em Portugal em 2015, é possível afirmar que, em média, cada habitante consumiu 104 ovos, o que corresponde a 10kg/habitante. Apesar de ter aumentado nos últimos anos, este valor ainda é dos mais baixos da UE (Jorge et al., 2004). Relativamente ao aprovisionamento, Portugal é considerado um país autossuficiente.

Tabela 3 – Balanços de aprovisionamento dos ovos em Portugal

Balanços de aprovisionamento dos ovos			
Ano	2013	2014	2015
Consumo humano	90	88	104
Capitação (kg)	8,6	8,5	10,0
Grau de auto-aprovisionamento (%)	107,7	114,8	108,2

Tabela adaptada de Estatísticas Agrícolas 2015

2.2. Descrição da empresa

O trabalho prático desenvolvido nesta dissertação de mestrado foi realizado na empresa ZêzerOvo – Produção Agrícola e Avícola do Zêzere SA., localizada no concelho de Ferreira do Zêzere, freguesia de Paio Mendes.

A ZêzerOvo foi fundada em 1986, pela associação de quatro sócios empresários ligados à agropecuária. Estes sócios decidiram fundar uma empresa do sector avícola pois verificaram que existia uma falha no mercado deste tipo de exploração, e, como se encontravam ligados ao sector animal e tinham experiência na área, decidiram aliar estes dois aspetos e fundaram a ZêzerOvo, uma empresa que se dedica à produção, classificação e comercialização de ovos.

A ZêzerOvo iniciou a sua atividade com um efetivo animal de 30.000 galinhas poedeiras e dois pavilhões de postura. Atualmente possui 25 pavilhões de postura, com uma capacidade de alojamento de 1.700.000 galinhas poedeiras, o que se traduz numa produção média diária de 1.500.000 ovos. Estes fatores posicionam a ZêzerOvo como o maior produtor de ovos, sendo considerada a nível nacional como "Maior Produtor" e com a "Maior Capacidade de Inspeção e Classificação de Ovos" (ZezerOvo, 2016a).

A empresa tem como principal e mais relevante objetivo melhorar continuamente, produzindo ovos de elevado nível de qualidade e segurança alimentar. Para tal, a empresa encontra-se certificada, de acordo com as normas de Qualidade e Gestão de Segurança e Defesa Alimentar (FSSC22000), e equipada com as mais recentes tecnologias que permitem aumentar a qualidade dos produtos e a eficácia e eficiência de trabalho. Como a qualidade não se traduz apenas pela certificação implementada, na ZêzerOvo o bem-estar animal e a ração fornecida são considerados fatores fundamentais que contribuem para a qualidade do ovo produzido. Como tal, a empresa adaptou-se à nova legislação europeia (bem-estar animal), transformando os seus pavilhões de acordo com as novas especificações. E, no que diz respeito à ração, as galinhas são alimentadas com rações 100% controladas pela empresa, produzidas numa fábrica própria, a Rações Zêzere, também esta certificada de acordo com as normas em vigor.

Relativamente aos produtos comercializados, a ZêzerOvo comercializa três tipos de produtos: ovos classificados, ovos a granel e ovo líquido para ovoprodutos. A ZêzerOvo possui 9 marcas próprias de ovos, apresentadas na Tabela 4:

Tabela 4 – Produtos produzidos pela ZêzerOvo

Marca	Descrição	Embalado	Classe
ZêzerOvo	Ovos frescos, selecionados, classificados e embalados mediante as mais rigorosas normas de qualidade e higiene	6, 12 e 24 ovos Indústria: 5, 15 e 30 dúzias	S, M, L, XL
Real Sabor	Ovos frescos de galinha, para uma alimentação equilibrada e nutritiva	6 e 12 ovos	M e L
DeliciOvo	Ovos frescos de galinha para todo o tipo de receitas	6 e 12 ovos	M e L
Ovocol	Ovos ricos em ómega-3	6 ovos	M – L
Vitavida	Ovos enriquecidos com vitamina E	6 ovos	M
Ovos do Quintal	Ovos de galinhas criadas ao ar livre	6 ovos	M
Biovida	Ovos de agricultura biológica	6 ovos	M
Petiz	Ovos de codorniz	12 ovos	-
Bem Me Quer	Ovos de elevada qualidade, postos por galinhas jovens, criadas com uma alimentação selecionada, à base de cereais como milho, trigo, soja, girassol e ainda compostos minerais	6 ovos	M

Tabela adaptada de ZezerOvo 2016b

Os principais clientes da ZêzerOvo são as grandes superfícies, armazenistas com centros de classificação próprios ou que adquirem os ovos já classificados, revendedores de produtos alimentares e lojas de retalho. Como grandes superfícies a ZêzerOvo fornece para os seguintes estabelecimentos: Modelo Continente, Makro, Regional Mercadorias, Pingo Doce, Dia Minipreço, Aldi, Lidl, Spar, Intermarché, entre outros.

A mensagem que a ZêzerOvo pretende transmitir aos seus consumidores e potenciais investidores, é a de que se trata de uma empresa que está preocupada em produzir em qualidade e não em quantidade, daí que o seu principal objetivo seja o de produzir ovos de excelência. Outro dos aspetos relevantes para esta empresa é o da preocupação ambiental e o do bem-estar animal, sendo por isso, que o seu *slogan* seja: A natureza dá, Nós cuidamos.



Figura 5 – Slogan da ZêzerOvo

2.3. Galinhas

2.3.1. Origem e domesticação da galinha

Desde o tempo de Charles Darwin, que a domesticação da galinha (*Gallus gallus domesticus*) no mundo tem sido debatida (Darwin, 1868). Como animal doméstico surgiu provavelmente na Ásia, mais concretamente na Índia, há pelo menos 2.000 anos a.C., de onde é nativa a espécie *Gallus gallus domesticus*. Todavia, entre os investigadores ainda não há consenso, pois várias outras opções foram colocadas (Crawford, 1990; Clauer, 2017). Apesar dos Romanos terem desenvolvido a primeira raça diferenciada de galinhas e haver registo de livros sobre manejo e criação destas, registos arqueológicos antigos mostram evidências da domesticação de galinhas na China desde 5.400 a.C., centenas de anos antes da domesticação ocorrer na Índia (Crawford, 1990).

Devido às incompatíveis opiniões em relação à origem da galinha doméstica, investigadores têm estudado qual a espécie ancestral que está na origem desta ave. Encontraram documentação que revela a existência de 4 tipos de galinhas selvagens como seus potenciais ancestrais, o *Gallus gallus* (Red Jungle Fowl), o *Gallus sonnerati* (Grey Jungle Fowl), o *Gallus lafayettei* (Ceylon Jungle Fowl) e o *Gallus varius* (Green Jungle Fowl) (Moiseyeva et al., 2008). Constataram que a galinha Red Jungle Fowl é a espécie selvagem mais encontrada no mundo de hoje e é considerada o principal antepassado da galinha doméstica (Clauer, 2017). Taxonomicamente (Tabela 5), a galinha doméstica e a Red Jungle Fowl são consideradas a mesma espécie (*Gallus gallus*) (Dawkins, 1989).

Tabela 5 – Classificação científica da galinha doméstica	
Classificação científica	
Reino	Animalia
Filo	Chordata
Classe	Aves
Ordem	Galliformes
Família	Phasianidae
Género	Gallus
Espécie	Gallus gallus
Subespécie	Gallus gallus domesticus

Tabela adaptada de Wikipedia 2017

2.3.2. A galinha poedeira

Atualmente existem mais de 300 raças de galinhas domésticas (*Gallus domesticus*), podendo distinguir-se as três principais categorias: as puras para fins comerciais, as híbridas e as locais ou nacionais. Dentro das raças para fins comerciais, estas podem ser subdivididas de acordo com o seu principal objetivo de produção, em galinhas poedeiras, galinhas de carne e galinhas de duplo objetivo (produção de ovos e carne) (Eekeren & Saatkamp, 2006a).

De acordo com o Artigo 3º do Decreto-Lei n.º 72F/2003, de 14 de Abril, entende-se por “galinhas poedeiras as aves da espécie *Gallus domesticus* que tenham atingido a maturidade sexual e sido criadas para a produção de ovos não destinados à incubação”. Com o intuito de melhorar a performance das galinhas poedeiras, nomeadamente aumentar a capacidade produtiva e a qualidade do ovo produzido e reduzir os custos de manutenção destas aves, o sector avícola tem apostado na seleção/melhoramento genético das estirpes das galinhas poedeiras (Lalev, 2013).

Na indústria avícola o conceito de estirpe é muito utilizado e consiste num animal de uma determinada raça que foi especialmente selecionado, durante várias gerações, para demonstrar um conjunto de características uniformes (Duarte, 2016). Segundo diversos autores existem características ideais destinadas às aves de postura de ovos, nomeadamente, baixa mortalidade, resistência a doenças, elevada postura (± 300 ovos/ano), percentagem elevada de ovos grandes, ovos com casca resistente e uniforme, elevada qualidade interna do ovo, baixo índice de conversão alimentar e, por fim, baixa incidência de manchas de sangue e carne no interior do ovo (Englert, 1982).

2.3.2.1. Galinhas híbridas

Nos últimos anos, tem havido um grande avanço no desenvolvimento de galinhas híbridas (seleção genética) para a produção comercial intensiva de aves (Eekeren & Saatkamp, 2006b). As galinhas híbridas são produzidas em empresas de genética de galinhas, desenvolvidas na década de 1950, atendendo à crescente procura por parte dos supermercados para conseguirem fornecer quantidades constantes de ovos e carne aos consumidores (Poultry, 2017). Resultam do cruzamento entre duas ou mais raças puras de galinhas, no qual cada raça foi selecionada pela sua capacidade máxima de postura ou pelo ganho de peso com um suprimento mínimo de alimento (Pheasant et al., 2008).

O principal objetivo em utilizar este tipo de galinhas na indústria, consiste em obter galinhas saudáveis, fortes e resistentes, com uma alta performance em produzir grandes quantidades de ovos, com um peso médio ideal de ovo e elevada qualidade. As galinhas híbridas estão disponíveis numa variedade de estirpes e cores, como por exemplo: Rhode Island Ranger, White Star, Bluebelle, H&N Brown Nick, Lohman Brown-Classic, entre outros (Pintado, 2012).

2.3.2.2. Estirpe de galinhas utilizadas no ensaio

No estudo realizado foram utilizadas duas estirpes de galinhas, *Lohmann Brown-Classic* e a *H&N Brown Nick* (Figura 6 e Figura 7). A estirpe utilizada para o fornecimento de ovos enriquecidos em ómega-3 (ω -3) foi a H&N e a utilizada para o fornecimento de ovos normais foi a Lohman.



Figura 6 – Lohmann Brown-Classic
Fonte: <http://www.ltz.de/en/layers/alternative-housing/lohmann-brown-classic.php>



Figura 7 – H&N Brown Nick
Fonte: <http://www.hn-int.com/eng/commercial-layers/brownnick.php>

A escolha das estirpes utilizadas nos ovos enriquecidos em ω -3 recaiu sobre o programa de entrada das pintas nos pavilhões, isto é, a idade do bando e o tamanho do mesmo. Na ZêzerOvo, para a produção de ovos enriquecidos dá-se sempre preferência a bandos mais pequenos.

As estirpes utilizadas para o fornecimento dos ovos encontravam-se em semanas diferentes de crescimento, sendo a Lohman mais velha do que a H&N, como se pode comprovar pela Tabela 6.

Tabela 6 – Estirpes utilizadas no ensaio

Estirpe	Tipo de ovo	Início do ensaio (8-02-17)	Fim do ensaio (21-06-17)
Lohmann Brown-Classic	Ovos sem enriquecimento	39 semanas	58 semanas
H&N Brown Nick	Ovos enriquecidos em ómega-3	29 semanas	48 semanas

Tanto a estirpe *H&N Brown Nick*, como a *Lohmann Brown-Classic* destacam-se de entre as outras estirpes, pela sua (Internacional, 2016; Pronavícola, 2017; Tierzucht, 2016):

- Resistência – Possuem picos de produção altos e persistentes em toda a postura. Têm uma excelente eficiência de alimentação, mesmo sob condições de temperatura adversas. Se, por algum motivo, existirem problemas sanitários nos pavilhões, têm uma rápida recuperação que lhes permitem retornar aos níveis produtivos anteriormente alcançados
- Persistência – Produção acima dos 90%
- Excelente qualidade externa e interna do ovo
- Pigmentação e resistência da casca – a casca apresenta uma cor escura uniforme. A intensidade e a resistência da mesma são mantidas ao longo do tempo de produção
- Tamanho do ovo - o peso ideal do ovo é atingido mais rapidamente
- Maior viscosidade do albúmen
- Menor incidência de manchas de carne e sangue no interior do ovo
- Menores necessidades nutricionais
- Alta rentabilidade

2.3.3. Ciclo produtivo da galinha

As galinhas começam a pôr ovos, geralmente, por volta dos 5 meses (20-21 semanas) de idade e continuam por mais 12 meses (52 semanas). Em média, uma galinha põe um ovo por dia, mas nem todas as aves entram na fase de postura ao mesmo tempo; assim o planeamento do ciclo produtivo é, necessário para que a produção de ovos seja constante e para atender-se atempadamente à procura do mercado (Seidler & Hilmi, 2003).

O ciclo produtivo de uma galinha poedeira divide-se em três fases: a fase de cria, a fase de recria ou crescimento e a fase de postura (Figura 8). A primeira fase do ciclo produtivo de uma galinha caracteriza-se por ser a fase mais importante, pois tem uma influência direta na saúde e no desempenho da ave. Esta fase corresponde às primeiras semanas de vida das pintas e tem uma duração de aproximadamente 6 semanas. Na fase de crescimento, as pintas são instaladas nos chamados pavilhões de recria, para que possam crescer. Esta fase tem uma duração variável, podendo durar entre 10 a 12 semanas. Por último, na fase de postura, as galinhas encontram-se instaladas nos pavilhões de postura, e estão preparadas para dar início à produção

de ovos. Caracteriza-se por ser a fase do ciclo produtivo mais longa, com início por volta da 18ª semana de vida e fim, à 72ª semana.

Fase de cria	Fase de recria	Fase de postura
1º dia – 6ª semana	6ª – 17ª semana	17ª – 72ª semana

Figura 8 – Ciclo produtivo da galinha poedeira

2.3.4. Caracterização dos modos de produção

O modo de produção a ser adotado numa exploração avícola depende da capacidade de investimento, da disponibilidade de terreno, das condições climáticas, da estirpe e da resistência das aves. Por vezes, a combinação de dois ou mais sistemas também é seguida, dependendo das necessidades (Jones et al., 2014).

Distinguem-se dois grupos de sistemas de produção para galinhas poedeiras, o sistema de gaiolas e os sistemas alternativos (ou sistemas de produção no solo). Nos sistemas alternativos as aves podem ter acesso ao ar livre (galinhas criadas ao ar livre – produção ao ar livre) ou estarem apenas confinadas aos pavilhões (galinhas criadas no solo – produção no solo), e podem ainda ser criadas em modos de produção biológica.

Os sistemas de produção de gaiolas subdividem-se em sistemas de gaiolas não melhoradas (gaiolas convencionais) e gaiolas melhoradas (gaiolas enriquecidas).

Em 2012 na União Europeia, a produção de ovos em gaiolas sofreu um conjunto de alterações com o principal objetivo de melhorar as condições de bem-estar animal. Desde 1 janeiro de 2012, a utilização de gaiolas não melhoradas foi proibida e como tal, as galinhas passaram a estar alojadas em gaiolas melhoradas, com mais espaço para fazerem ninho, esgravatarem e empoleirarem-se (Decreto-lei nº 72-F/2003 de 14 de abril). Por incumprimento desta diretiva por parte de vários Estados-Membros, incluindo Portugal, foi estabelecido um período transitório até 31 de julho de 2012 mas, findo este período, a aplicação da legislação em vigor tornou-se obrigatória. Durante este período de 6 meses, as explorações que ainda não possuíam gaiolas melhoradas poderiam continuar a produzir ovos, mas estes eram comercializados como ovos de categoria B, isto é, ovos que tinham como destino a transformação, nomeadamente a produção de ovoprodutos.

2.4. O ovo

Segundo o Stadelman & Cotterill, (1995), define-se ovo como um objeto oval ou redondo colocado por uma ave do sexo feminino, réptil, peixe ou invertebrado, constituído por um óvulo envolvido pelo albúmen, por membranas e casca, podendo conter um embrião em desenvolvimento.

Por se tratar de um alimento mundialmente consumido, o conhecimento da sua estrutura bem como dos seus constituintes, é fundamental para se ter uma melhor compreensão dos parâmetros de qualidade do ovo (Stadelman & Cotterill, 1995).

2.4.1. Formação do ovo

O ovo é formado gradualmente durante um período de cerca de 25 horas. Muitos órgãos e sistemas ajudam a converter os constituintes dos alimentos consumidos pelas galinhas nos diversos componentes que se tornam parte do ovo (Coutts et al., 2007).

O aparelho reprodutor de uma galinha é composto por duas partes: o ovário e o oviduto (Figura 9).

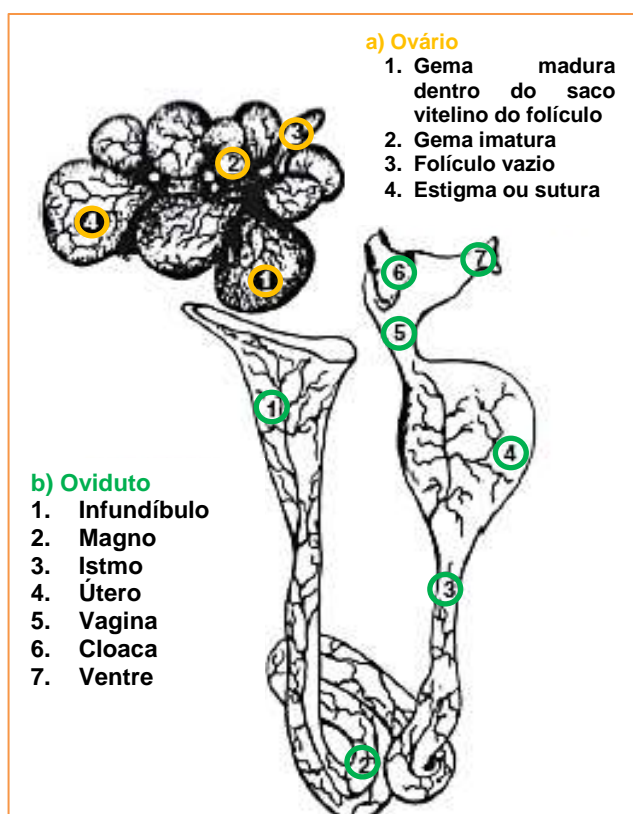


Figura 9 – Aparelho reprodutor da galinha
Fonte (Wu, 2014)

O ovário consiste num conjunto de vários folículos em diferentes estados de desenvolvimento, cada um contendo um óvulo (ou uma gema). Os folículos contêm um sistema altamente desenvolvido de vasos sanguíneos que transportam nutrientes,

como proteínas e lipídios, essenciais para o desenvolvimento da gema (Wu, 2014).

Os ovúlos são classificados de acordo com o seu diâmetro, e só apenas aqueles que apresentam um diâmetro superior a 10 mm originam a futura gema do ovo (Oguike et al., 2006).

Cada óvulo começa como uma única célula cercada por uma membrana vitelina fortemente vascularizada, que impede a entrada de água. Assim que o óvulo atinge a maturidade, dá-se a ovulação, que consiste na libertação do óvulo maduro do ovário para a segunda parte do sistema reprodutivo

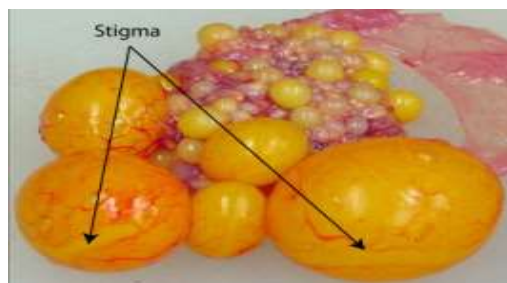


Figura 10 – Óvulo de uma galinha
Fonte Jacob, Pescatore, & Cantor, 2013

feminino, o oviduto (Wu, 2014). Na chamada linha de sutura ou estigma (Figura 10), dá-se a libertação da gema pela rutura da membrana vitelina. Esta libertação ocorre 30 a 75 minutos após o ovo anterior ter sido colocado (M. A. Hall, 2016).

A segunda parte do sistema reprodutor é formada pelo oviduto. O oviduto consiste num canal no qual a gema passa e as outras porções do ovo são segregadas. Tem como principal função terminar o processo de formação do ovo, produzindo a clara e a casca. Atinge um comprimento de 70 a 80 cm de comprimento, com um peso médio de 40g, e é constituído por 5 partes distintas, que são o infundíbulo, o magno, o istmo, o útero, a cloaca e a vagina (Salomon, 1990; Wu, 2014).

Com uma estrutura em forma de funil, o infundíbulo é a porção superior do oviduto e abre-se em direção ao ovário para receber o óvulo; o óvulo permanece aproximadamente 15 – 30 minutos. O magnum é a porção mais longa (34 cm de comprimento) do oviduto. O foliculo é mantido lá por cerca de 180 minutos e é aqui que a albumina de ovo é segregada para cobrir a gema de ovo. O istmo tem um comprimento de cerca de 11 cm e é o lugar onde se dá formação de membrana interna e externa da casca, e adição de alguma água e sais minerais, durante aproximadamente 75 min. Embora o útero (ou a glândula de concha) tenha apenas 10 cm de comprimento, o ovo é mantido neste local por cerca de 16 – 17 horas para a conclusão da calcificação da casca, seguido da deposição de pigmentos (tornando a casca castanha) e formação da cutícula de ovo, durante 90 minutos. A vagina é a última porção do oviduto e tem cerca de 9 cm de comprimento. Tem como função o transporte do ovo do útero para a cloaca. Este processo demora cerca de 5 minutos para o ovo passar por esta parcela (Coutts et al., 2007; Wu, 2014).

2.4.2. Estrutura do ovo

O ovo é constituído por diversas estruturas, mas tem como três principais componentes: a casca, a clara e a gema (Figura 11).

O peso médio de um ovo é 60g, e cada componente representa uma percentagem no peso total do ovo. A casca representa cerca de 9,5%, enquanto a clara e a gema, representam 61,5% e 29% (Kovacks-Nolan et al., 2005).

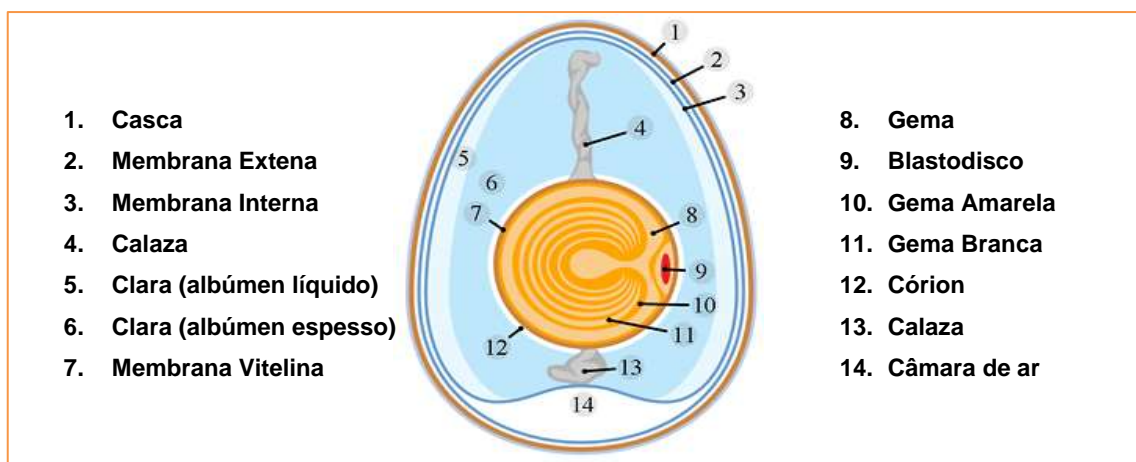


Figura 11 – Estrutura do ovo

Adaptado de <http://mimvet.blogspot.pt/2015/07/is-ii-ovos.html>

2.4.2.1. Casca

A casca tem como principal função fornecer proteção contra danos físicos, microrganismos e pequenos predadores (Hincke et al., 2012). Ela é composta por três camadas: uma fina camada de película, chamada de cutícula, e duas membranas de casca, uma externa e outra interna (Wu, 2014). Esta estrutura confere resistência à casca, e é constituída por 1,5% de humidade, 3,3% de matéria orgânica, 93,5% de carbonato de cálcio, 1,2% de carbonato de magnésio e 0,5% de fosfato tricálcico (Reis, 1978). A casca é extremamente importante na determinação da qualidade do ovo e forma a primeira linha de defesa contra elementos patogénicos. Consiste numa superfície porosa, com 7.000 a 17.000 poros por ovo, distribuídos aleatoriamente. Através destes dão-se as trocas gasosas entre o meio interno e externo do ovo, permitindo a entrada de oxigénio e a saída de vapor de água e dióxido de carbono (Dennis et al., 1996; Etches, 1995).

A cutícula é a camada mais externa do ovo e cobre os poros. Esta membrana desempenha dois papéis importante na postura dos ovos pois, ao conter água na sua estrutura, atua primeiramente como lubrificante e, assim que o ovo é expelido, seca evitando a penetração de microrganismos (Bennett, 1992).

- **Câmara de ar**

Entre a membrana interna e externa da casca, mais precisamente na extremidade mais larga do ovo, encontra-se a câmara de ar. Ela é formada pelo arrefecimento de temperatura que ocorre no ovo, isto é, ao passar da temperatura corporal da ave de aproximadamente 39°C para uma temperatura ambiente. Este choque térmico provoca uma contração da membrana interna e o vácuo resultante favorece a entrada de ar, formando assim a câmara de ar. À medida que o ovo envelhece, a câmara de ar aumenta, devido às trocas gasosas que ocorrem entre o meio exterior com o meio interior. Mais precisamente com a entrada de CO₂, pelos poros da casca, para o interior do ovo, o que leva a um aumento da contração do conteúdo do ovo à medida que o ovo envelhece (Stein et al., 1938).

2.4.2.2. Clara

A clara ou albúmen é composta por três camadas distintas: o chamado albúmen líquido, espesso e as calazas (Figura 12). As proporções de cada uma das camadas dependem da estirpe, das condições ambientais, do tamanho, da viscosidade e das propriedades reológicas do ovo (Eunice et al., 2007; Fernandes, 2014). A identificação do albúmen líquido e espesso é de fácil precessão, pois ao partir-se um ovo o albúmen líquido espalha-se, enquanto o espesso permanece mais perto da gema (Isoldi-Filho, 2005).



Figura 12 – Estrutura da clara
Foto original

O albúmen tem como principais funções o acondicionamento do embrião protegendo-o contra impactos, a proteção da gema contra choques e variações de temperatura. É através das calazas que é feita a proteção da gema, uma vez que se encontram aderidas à membrana vitelina da gema e à membrana externa da casca, o que permite

que não haja deslocamentos da gema (Rahman et al., 2007).

A clara é constituída maioritariamente por água (88,5%), proteínas (13,5%), vitaminas do complexo B e gordura, além de pequenas quantidades de glicoproteínas, glicose e sais minerais (Ramos, 2008). O seu elevado pH ($\text{pH} > 8$) faz com que o albúmen seja um meio pouco favorável ao desenvolvimento de microrganismos (Keener et al., 2000).

2.4.2.3. Gema

A gema é um sistema complexo de variadas partículas suspensas numa solução de proteína e encontra-se rodeada pela membrana vitelina (Hatta et al., 2007). Por outras palavras, é uma emulsão de gordura em água, composta maioritariamente por água (51,1%), proteínas (16%), lípidos (3,6%), sais minerais (1,7%) e hidratos de carbono (0,6%) (Anton, 2007). Tem como função o fornecimento de nutrientes ao embrião.

No seu centro, encontra-se uma pequena mancha esbranquiçada (2-3 mm de diâmetro), chamada de blastodisco, que corresponde ao local onde se dá o desenvolvimento embrionário (Hyttel et al., 2009).

A gema do ovo é formada por dois tipos de emulsões de proteínas: a gema amarela mais intensa e gema amarela mais clara (ou branca). A mais intensa é formada durante o dia, enquanto a branca é formada durante a noite, levando à aparência alternada e circular destas camadas (Romanoff & Romanoff, 1949). Menos de 2% do total da gema de ovo é branca (Hatta et al., 2007).

Quanto à coloração da gema (Figura 13), esta está diretamente relacionada com a alimentação da galinha, mais concretamente com a ingestão de alimentos ricos em carotenóides, nomeadamente, milho, alfafa (luzerna) e farinha de cereais (Coutts et al., 2007). Os carotenóides são pigmentos naturais, que conferem a cor amarela da gema, que pode variar entre um amarelo pálido e laranja escuro. A intensidade da coloração da gema, não afecta o valor nutricional do ovo (Miranda et al., 2015; Vidya & Rao, 2010).



Figura 13 – Colorações da gema

Fonte: <https://food.mthai.com/easy-menu/98337.html>

2.4.3. Valor nutricional do ovo

O ovo é uma excelente fonte de nutrientes, particularmente proteínas, lipídios, minerais e vitaminas. Um ovo é composto por aproximadamente 75% de água, 12% de proteínas, 11% de lipídios, e 2% de vitaminas e minerais (Gutierrez et al., 1996). Dentro dos três principais nutrientes – proteínas, lipídios e hidratos de carbono – o ovo é composto maioritariamente pelos dois primeiros (Hatta et al., 2007). Na Tabela 7 encontra-se a composição nutricional do ovo inteiro por 100g.

Tabela 7 – Tabela nutricional do ovo

Ovo de galinha, inteiro cru	
Valores por 100 g de parte edível	
Energia (kcal)	149
Água (g)	75,3
Proteína (g)	13,0
Ácidos gordos (g)	10,8
• Saturados (g)	2,7
• Monoinsaturados (g)	3,9
• Polinsaturados (g)	2,1
• Trans (g)	0
• Ácido linoleico (g)	1,9
Coolesterol (mg)	408
Vitaminas	
• A (µg)	190
• D (µg)	1,7
• E (mg)	2,3
• Tiamina (mg)	0,07
• Riboflavina (mg)	0,44
• Niacina (mg)	0,04
• B6 (mg)	0,36
• B12 (mg)	1
• C (mg)	0
Minerais	
• Sódio (mg)	140
• Potássio (mg)	130
• Cálcio (mg)	44
• Fósforo (mg)	184
• Magnésio (mg)	11
• Ferro (mg)	2,1
• Zinco (mg)	1,3

Tabela adaptada de Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, 2006

Em termos energéticos, destaca-se o seu moderado valor energético. Este facto é comprovado pelo consumo diário de um ovo médio, isto é, se um homem e uma mulher adulta consumirem um ovo diariamente, este só irá contribuir com 3% a 4% da energia média necessária (Seuss-Baum, 2007).

A nível proteico, o ovo apresenta um alto valor biológico, pois contém todos os aminoácidos essenciais, para cobrir as necessidades do organismo. O ovo fornece cerca de 6,4g de proteína, repartida entre a gema (16%) e a clara (74%). Dentro do grupo das proteínas, destacam-se três pelas suas quantidades e propriedades. A ovoalbumina (54%) e a ovomucina (11%) são responsáveis pela consistência da clara,

e a lisozima (3,4%), é responsável pelas propriedades antibacterianas (Gil et al., 2016). As três prolongam o tempo de validade do ovo (Rakonjac et al., 2014) .

Um ovo contém aproximadamente 11% de ácidos gordos (4,9g por ovo de 50g). Esta gordura encontra-se depositada exclusivamente na gema. De entre os ácidos gordos presentes num ovo, os ácidos gordos monoinsaturados são aqueles que apresentam uma maior percentagem (4%) (Gil et al., 2016).

Relativamente às vitaminas, o ovo contém todas as vitaminas, excepto a vitamina C, satisfazendo 10 – 15% do requisito diário de vitaminas A,D,B12 (Tortuero, 2002). Dentro dos minerais, destaca-se a contribuição do zinco (7,5%), do selénio (8%), ferro (9%) e cálcio (2,6%), que contribuem para a ingestão diária recomendada (Gil et al., 2016).

O perfil nutricional de um ovo pode ser modificado através da alimentação da galinha, originando os chamados “designer eggs”, onde se incluem os ovos enriquecidos em ω -3.

2.4.4. Ovos enriquecidos em ómega-3

Atualmente a sociedade está cada vez mais consciente da importância de seguir uma alimentação regrada e variada. O que leva a um aumento da procura de alimentos que proporcionem um bem-estar acrescido e reduzam o risco do aparecimento de doenças (Lamas et al., 2016), os chamados alimentos funcionais.

Neste contexto, os ovos têm sido estudados como fonte alternativas de alimentos enriquecidos em ácidos gordos polinsaturados ómega-3 (Lee et al., 2003), uma vez que estes ácidos gordos, especialmente o ácido eicosapentaenoico (EPA) e o ácido docosaexaenoico (DHA), têm recebido uma grande atenção por parte dos nutricionistas e da comunidade médica. Verifica-se que existe uma relação no consumo do EPA e DHA na redução do aparecimento de doenças cardíacas (Miranda et al., 2015), na prevenção e tratamento de hipertensão, diabetes, artrites, cancro e outras doenças autoimunes e inflamatórias (Simopoulos, 2000).

O conteúdo de ácidos gordos ω -3, num ovo, pode ser aumentado através de modificação da alimentação das galinhas poedeiras. Nomeadamente, através da adição de microalgas, óleo de peixe, linhaça e/ou sementes de chia (Coorey et al., 2015; Fraeye et al., 2012). As sementes de linhaça são dos componentes mais utilizado na suplementação das galinhas para se obter ovos enriquecidos em ω -3,

devido ao seu reduzido custo, à sua rápida conversão em ácidos gordos polinsaturados, e ao seu elevado conteúdo proteico e energético (Fraeye et al., 2012).

2.4.4.1. Ácidos gordos ômega-3

Os ácidos gordos ω -3 são considerados, ácidos gordos polinsaturados (PUFA), pois contêm mais do que uma dupla ligação. São chamados de ômega-3 porque a sua primeira dupla ligação se encontra localizada no terceiro átomo de carbono a partir da extremidade oposta do grupo metilo (Wani et al., 2015).

Os três principais ácidos gordos ω -3 são o ácido α -linolénico (18:3, ALA), o ácido eicosapentaenoico (20:5, EPA) e o ácido docosaexaenoico (22:6, DHA) (Figura 14) (Grundy, 2003).

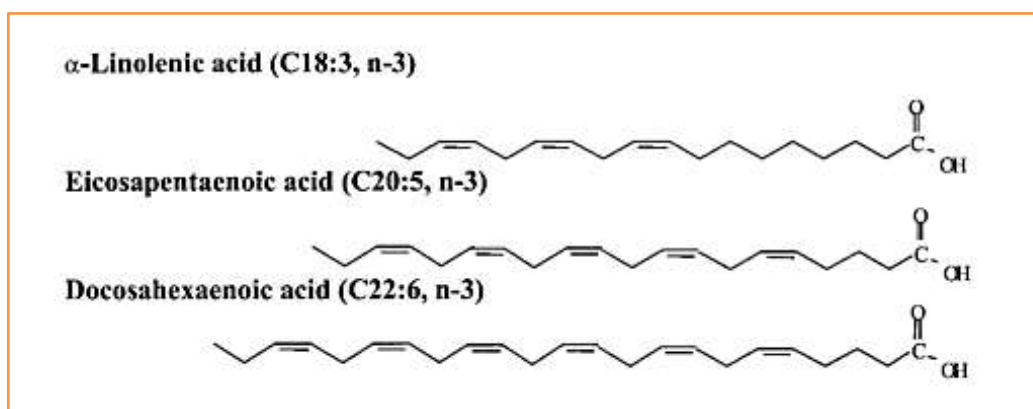


Figura 14 – Estrutura química dos ácidos gordos ômega-3
Fonte: Trautwein, 2001

Embora seja possível converter ALA em EPA e DHA por elongase e enzimas desaturase, estudos demonstram que apenas pequenas quantidades são sintetizadas por este processo (Neff & Culiner, 2011). Daí que estes ácidos gordos sejam considerados essenciais, uma vez que não são sintetizados totalmente pelo corpo humano, e só podem ser obtidos a partir de alimentos ricos em ω -3 (Grundy, 2003). Estes ácidos gordos podem ser encontrados em determinados peixes e microalgas, pois apresentam elevados teores de EPA + DHA. Também podem ser encontrados em plantas e nos seus óleos, que se caracterizam por serem precursores de ALA (Doughman et al., 2007).

Quando se consome um alimento rico em ω -3, a maioria dos benefícios para a saúde, como por exemplo, a redução de doenças cardiovasculares, do sistema nervoso e inflamatórias provêm do EPA e do DHA, em vez do ALA (Trautwein, 2001). Alguns estudos afirmam que o principal papel do ALA é servir como substrato para a síntese da cadeia de EPA e DHA (Fraeye et al., 2012).

2.4.4.2. Linhaça

A linhaça (*Linum usitatissimum*) é uma planta anual, pertencente à família das *Linaceae*. A espécie é nativa da região que se estende do Mediterrâneo oriental, através da Ásia Ocidental e do Médio Oriente (Bernacchia et al., 2014). É produzida em climas tropicais, pela sua fibra, sementes e óleo. A semente de linhaça apresenta uma forma plana e oval, com extremidades pontiagudas e contém um endosperma fino, dois embriões e um eixo embrionário (Morris, 2007).

Graças à sua composição, a semente de linhaça está a emergir como um importante alimento funcional pois fornece um óleo rico em ω -3, proteínas digeríveis e lenhina (Alshafe et al., 2015). Para além de ser considerada uma fonte de ALA e lenhina, é uma importante fonte de proteínas e fibras solúveis e uma potencial fonte de compostos fenólicos (Pengilly, 2003). Daí que seja considerada um alimento que apresenta diversos benefícios para a saúde, para além da nutrição.

Os lípidos representam aproximadamente 30% dos nutrientes presentes na semente de linhaça, e 53% correspondem ao ALA, 17% ao ácido linoleico, 19% ao ácido oleico, 5% ao ácido palmítico e 3% ao ácido esteárico (Bernacchia et al., 2014). A composição do tecido lipídico não é homogénea, isto porque o ácido linoleico é superior no embrião e no endosperma, comparativamente com o eixo embrionário (Kris-etherton et al., 2000). O conteúdo proteico da semente varia entre os 20% – 30%, consoante, a genética e as condições climáticas (Pissarra et al., 2005). É constituída aproximadamente por 80% de globulinas e 20% de gluteninas (C. Hall et al., 2006). É rica em aminoácidos essenciais de grande importância na síntese de proteínas, como Lisina e Tirosina, que desempenham um papel importante na reparação das células, tecidos e órgãos (Bernacchia et al., 2014). O teor de fibras varia entre 22% a 26% (Bernacchia et al., 2014), e estudos demonstram que estas fibras têm uma relação direta na regulação do peso corporal, através da supressão de fome e diminuição da absorção de nutrientes (Kristensen et al., 2012). A semente de linhaça tem a particularidade de ser pobre em hidratos de carbono (açúcar e amido), fornecendo apenas 1g/ 100g. Por este motivo é recomendada a pessoas com doenças específicas (Bernacchia et al., 2014). É uma fonte de vitaminas e minerais, como cálcio, magnésio e fósforo. O seu consumo é de grande importância uma vez que 30g da semente representa 7% – 30% da ingestão diária recomendada (IDR) para estes minerais (Singh et al., 2011).

Desde o início dos anos 90, que a semente e o óleo de linhaça têm sido utilizados na dieta das galinhas poedeiras, com o propósito de fortalecer a carne de galinha e produzir ovos enriquecidos em ω -3 (Ahmad et al., 2017).

A conversão de ω -3, a partir da adição de sementes de linhaça á alimentação das galinhas, é um processo relativamente rápido e bastante eficiente. A galinha é capaz de digerir a linhaça no trato digestivo, absorvendo os nutrientes no intestino delgado, metabolizando o ácido α -linolénico (ALA) em ácido eicosapentaenoico (EPA) e ácido docosaexaenoico (DHA) por elongase e pelas enzimas desaturase, para a deposição dos lípidos na gema de ovo (Scheideler, 2003). Por ser particularmente rápida a conversão de ω -3, a deposição destes ácidos gordos no ovo, dá-se ao final de aproximadamente duas semanas.

Na ZêzerOvo, é incorporado 2% a 7% de óleo de linhaça na ração dada às galinhas poedeiras.

2.4.4.3. Estudos desenvolvidos

Como referido anteriormente, atualmente a sociedade está a tornar-se mais consciente relativamente ao tipo de alimentação que segue, pondo-se em prática cada vez mais a expressão “Somos aquilo que comemos”. Neste sentido, os estudos relativos aos ovos enriquecidos em ácidos gordos polinsaturados ómega-3 têm estado a aumentar. Estes estudos têm tido como objetivo verificar as alterações que ocorrem no perfil de ácidos gordos da gema e verificar as diferenças que possam existir, entre os ovos enriquecidos e os ditos “convencionais”, em termos qualitativos.

Diversos autores têm desenvolvido trabalhos nesta área, nomeadamente Ehr et al., (2017); Fraeye et al., (2012); Kirunda & McKee, (2000); Silversides & Scott, (2001); Stibilj et al., (1999) e Yannakopoulos et al., (2005). Estes autores têm verificado que o tipo de ração fornecida às galinhas tem um efeito direto no perfil de ácidos gordos da gema e na qualidade do ovo.

Segundo Yannakopoulos et al., (2005) a incorporação de ácidos gordos ω -3 pode ser alcançada ao final de 9 a 12 dias e estes ácidos gordos aumentam à medida que os níveis de linhaça aumentam na dieta das galinhas. Quanto ao perfil de ácidos gordos, Ehr et al., (2017), constatou que existem alterações no perfil de ácidos gordos quando comparados com outros ovos. Uma delas diz respeito ao principal ácido gordo depositado, isto é, segundo este autor o principal ω -3 depositado nas gemas dos ovos é o ácido α -linolénico (ALA), embora se depositem quantidades consideráveis de EPA

e DHA. E a segunda alteração que reportou diz respeito ao aumento de ácidos gordos polinsaturados no ovo.

Quanto aos estudos desenvolvidos sobre a qualidade dos ovos, em particular dos ovos enriquecidos, foi verificado que a qualidade organolética e alguns dos parâmetros qualitativos podem ser influenciadas pelo tipo e quantidade de ração fornecida à galinha e pelas condições de armazenamento.

2.4.4.4. Qualidade organolética dos ovos enriquecidos em ómega-3

A qualidade organolética dos ovos enriquecidos em ω -3 tende a ser semelhante aos ovos normais, embora em alguns casos possam ser detetados odores estranhos (Caston et al., 1994). O aparecimento destes odores está relacionado com a quantidade de suplemento em ω -3 que é adicionado às rações das galinhas. Segundo um estudo realizado a um painel de provadores, ovos enriquecidos em ω -3 com 15% – 20% de linhaça na sua composição, levaram à deteção de um odor desagradável, que foi identificado como um odor a peixe (Ahn et al., 1995). Dados de Leeson et al. (1998) também sugerem que um nível elevado (>10%) de sementes de linhaça adicionadas à ração, resultam na diminuição da aceitabilidade do ovo, conforme a avaliação feita pelo aroma e sabor.

As características destes ovos em termos culinários, nomeadamente a capacidade de emulsão, a resistência e a elasticidade dos bolos são iguais quando comparados com os ovos comuns (Elswyk, 1997).

Dados sobre os efeitos do enriquecimento em ω -3 sobre a qualidade dos ovos durante o armazenamento são limitados e às vezes contraditórios. Por exemplo, foi demonstrado que existe uma alteração do perfil dos ácidos gordos quando o ovo é cozinhado (Kerrier et al., 1995) ou durante o armazenamento durante 7 semanas a 25°C (Herber & Elswyk, 1997). Por outro lado, estudos mostraram que há uma maior suscetibilidade à oxidação durante o armazenamento e cozimento do ovo (Oku et al., 1996).

Portanto quando se está lidar com um ovo enriquecido em ω -3, é necessário prestar atenção às propriedades organoléticas, especialmente à quantidade de ω -3 presente nos ovos.

2.4.5. Validade do ovo

Segundo o artigo 9.º da Diretiva 2000/13/CE define-se a data de durabilidade mínima de um género alimentício como a data até à qual o género alimentício conserva as suas propriedades específicas nas condições de conservação adequadas. No caso do ovo, a data de durabilidade mínima não pode exceder o prazo de 28 dias após a postura. Quando for indicado um período de postura, a data de durabilidade mínima será determinada a contar da data de início desse período.

2.4.6. Identificação dos ovos

Atualmente, em toda a UE, os ovos tem de vir identificados com um código na sua casca, de modo, a identificarem e esclarecerem ao consumidor quais as condições em que as galinhas que lhes deram origem foram criadas, qual a sua zona e a exploração em questão.



Figura 15 – Código de identificação dos ovos

Fonte: <http://www.asae.pt/?cn=739974087437AAAAAAAAAAAA&ur=1&newsletter=5126>

Assim, o primeiro número corresponde ao sistema de produção adotado. Este número pode assumir três algarismos distintos, nomeadamente, 0 que corresponde ao modo de criação biológico, 1 – criação ao ar livre, 2 – criação no solo e 3 – criação em gaiolas. De seguida, seguem-se duas letras e um número, que identificam o estado membro de origem e a região do país (pode variar entre 1 e 7). Os últimos três dígitos identificam o produtor/exploração.

2.4.7. Classificação e categoria dos ovos

Segundo o Regulamento nº 589 de 23 junho de 2008, que estabelece as normas de comercialização dos ovos, estes são classificados em duas categorias consoante a sua qualidade: A ou “ovos frescos” e B ou “ovos de segunda qualidade ou conservados”.

Os ovos da categoria A não devem ser lavados nem limpos, nem antes nem depois da classificação, e devem apresentar as seguintes características qualitativas:

- Casca e cutícula: de forma normal, limpas, intactas;
- Câmara de ar: altura não superior a 6 milímetros, imóvel;
- Gema: visível à miragem somente sob a forma de sombra, sem contorno aparente, movendo-se ligeiramente em caso de rotação do ovo, mas regressando à posição central;
- Clara: límpida e translúcida; cicatrícula: desenvolvimento impercetível; matérias e cheiro estranhos: não admitidos.

Os ovos da categoria A não devem ser submetidos a qualquer tratamento de conservação nem devem ser refrigerados em locais ou instalações onde a temperatura seja mantida artificialmente abaixo de 5 °C.

Para além do cumprimento das características qualitativas, os ovos da categoria A são classificados, em função do peso, do seguinte modo:

Tabela 8 – Classificação dos ovos			
XL – Gigante	L – Grande	M – Médio	S – Pequeno
peso ≥ 73 g	peso ≥ 63 g e < 73 g	peso ≥ 53 g e < 63 g	peso < 53 g

Os ovos da categoria B são os que não correspondem às características qualitativas previstas dos ovos da categoria A.

2.5. Qualidade do ovo

A qualidade foi definida por Kramer (1951), como as propriedades de todo o alimento que influenciam a aceitação ou a rejeição desse mesmo alimento pelo consumidor. Com base nesta definição, torna-se claro que a qualidade do ovo terá diferentes significados para cada pessoa. Assim torna-se difícil definir qualidade do ponto de vista do consumidor, uma vez que esta varia consoante as preferências do consumidor e a forma como vai utilizar o ovo (Gerber, 2005a).

A qualidade dos ovos baseia-se nas características de um ovo que afetam a sua aceitabilidade para o consumidor (Stadelman, Newkirk, et al., 1995). Logo, o controlo e a avaliação de qualidade deste alimento tem de ser seguido em todas as etapas do processo produtivo. A qualidade é, então, determinada por parâmetros externos, internos e microbiológicos.

2.5.1. Parâmetros externos

A qualidade externa é baseada no peso do ovo, e nas características da casca, nomeadamente, coloração, espessura, forma e limpeza.

2.5.1.1. Peso do ovo

O peso do ovo é afetado por diversos fatores como a hereditariedade, a taxa de postura, a idade da galinha, o tamanho corporal, o tipo de alimentação e consumo de água, o meio envolvente e a temperatura (Marion et al., 1964). É um parâmetro que pode ser determinado sem ser preciso partir o ovo.

O peso do ovo é uma característica importante que influencia a qualidade dos ovos, bem como o tamanho (Farooq et al., 2001). Tanto o peso, como o tamanho variam consoante a estirpe de galinha. O peso do ovo traduz-se numa proporção direta de albúmen, gema e casca. A proporção de gema é tendencialmente maior em ovos de maior tamanho e a proporção de albúmen é menor em ovos mais leves (Kaminska & Skraba, 1991). O peso do ovo influencia também a qualidade da casca, uma vez que ovos mais pesados têm um maior número de fendas do que os ovos mais leves (Sekeroglu & Altuntal, 2009).

2.5.1.2. Forma do ovo

A forma do ovo em nada compromete a qualidade do ovo, mas é referenciada como um parâmetro externo de avaliação da qualidade porque se um ovo apresentar uma forma anormal, isto é, se apresentar uma forma afunilada ou arredondada não pode ser classificado como um ovo de categoria A (Altunas & Sekeroglu, 2008). Estes ovos

colocam em risco a qualidade dos ovos que os rodeiam porque não são tão resistentes, logo são mais suscetíveis de sofrerem quebras no embalamento e transporte (Jacob et al., 2011).

2.5.1.3. Casca

A qualidade da casca é um fator importante tanto para os consumidores como para os produtores de ovos, uma vez que é considerada a primeira barreira contra a entrada de patogénicos. A qualidade da casca pode ser avaliada de duas formas, através da coloração e da medição da sua espessura. A qualidade da casca depende do tamanho e do peso do ovo (Duman et al., 2016), e tem uma influência direta na capacidade reprodutiva das galinhas.

- **Coloração da casca**

A coloração da casca é considerada uma importante característica da qualidade do ovo e está diretamente relacionada com a preferência do consumidor (Wells, 1968). A cor da casca é determinada fundamentalmente pela genética da galinha, uma vez que, galinha de penas brancas põem ovos brancos e galinhas de penas castanhas colocam ovos de cor castanha. No entanto, algumas vezes podem surgir variações de coloração em aves do mesmo bando e da mesma estirpe (Jacob et al., 2011).

- **Espessura da casca**

A espessura da casca depende principalmente da idade da galinha (Pavlovski et al., 2012), mas pode ser afetada pelas condições meteorológicas, pelo *stress*, pela alimentação e por doenças (Coutts et al., 2007). Quanto mais velha for a galinha, maior será o ovo produzido, logo menor será a espessura da casca. Este facto é explicado devido à espessura da casca permanecer relativamente constante, após as primeiras 12 semanas de postura, enquanto o peso dos ovos aumenta (Roland, 1980). Relativamente à espessura da casca, para um ovo ser considerado de boa qualidade a espessura deve rondar os 0,35 – 0,40 mm (Icken et al., 2006). Um aspeto diferenciador a salientar da espessura da casca, é o facto de ovos de cor castanha apresentarem uma espessura maior porque as galinhas que lhes dão origem são maiores e requerem mais alimento (Ledvinka et al., 2000).

2.5.2. Parâmetros internos

A qualidade interna do ovo é avaliada através da coloração da gema e identificação da presença de manchas de carne e sangue, medição da câmara de ar e altura do albúmen, e também pela frescura dos ovos.

2.5.2.1. Gema

A qualidade da gema está relacionada com a aparência, textura, firmeza e cheiro.

- **Coloração da gema**

A cor da gema é um parâmetro de qualidade importante para o consumidor, pois determina a aceitabilidade do produto. Está diretamente relacionada com a composição da alimentação da galinha, mais precisamente com o conteúdo de xantofilas – pigmentos pertencentes ao grupo de carotenóides (Carle & Schweiggert, 2016), e com a capacidade da galinha de absorver e assimilar estes pigmentos. A cor da gema depende dos carotenóides presentes na alimentação, mas também no tipo e na proporção destes compostos (Galobart et al., 2004), e pode ser facilmente adaptada através da adição de certos ingredientes para ir ao encontro das preferências do consumidor.

Os pigmentos presentes na gema podem ser introduzidos na alimentação das galinhas poedeiras, através da adição de determinados ingredientes, tais como, milho, farinha de milho, alfafa e adição de pigmentos sintéticos ou naturais ou uma combinação de ambos (Galobart et al., 2004). De acordo com Jacob et al. (2011), as galinhas que seguem uma dieta à base de milho amarelo produzem gemas de um amarelo mais escuro, enquanto as que seguem dietas à base de sorgo, trigo e milho branco tendem a produzir gemas de um amarelo mais claro. De acordo com dados estatísticos, a preferência do consumidor recai sobre as gemas que apresentam tonalidades mais escuras (Brufau, 1997).

- **Manchas de sangue e carne**

As manchas de sangue e carne são pequenos pontos que se podem encontrar tanto na gema como na clara (Figura 16) e são considerados defeitos indesejáveis por parte dos produtores. Apesar de serem descritos como defeitos, não comprometem a qualidade do ovo.

As manchas de sangue têm origem durante a ovulação, e consistem na rutura de um ou mais vasos sanguíneos que se encontram na linha de rutura da membrana vitelina.

Aparecem na gema, como pontos vermelhos ou coágulos sanguíneos e, entre 2 a 4% dos ovos apresentam este tipo de manchas (Coutts et al., 2007; Solom, 2002).

As manchas de carne são geralmente de cor castanha, e encontram-se no albúmen. São formadas durante o processo de formação do ovo, quando se dá o rompimento da parede do oviduto. Variam em tamanho, podendo atingir um diâmetro de 0,5 mm a mais de 3 mm. Podem aumentar com a idade da galinha e a sua incidência varia de menos de 3% a 30% ou mais e é maior em ovos castanhos (Coutts et al., 2007; Solom, 2002).

A incidência do aparecimento de manchas pode ser reduzida através da seleção genética das galinhas.

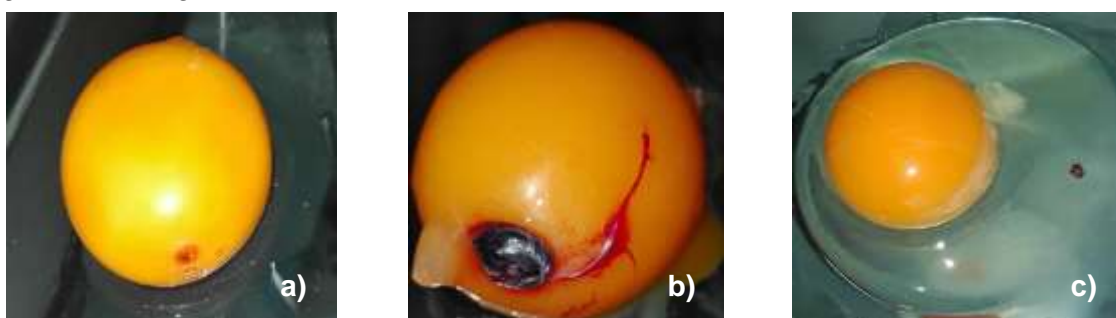


Figura 16 – Manchas de sangue e carne
Foto original

a) Mancha de sangue

b) Mancha de sangue – coágulo

c) Mancha de carne

2.5.2.2. Albúmen

A qualidade do albúmen traduz a frescura de um ovo e está diretamente relacionada com a aparência da clara, nomeadamente com o cheiro, consistência, transparência e se é possível distinguir-se o albúmen espesso do líquido. A qualidade do albúmen é um parâmetro mensurável e depende da altura do albúmen espesso, isto é, quanto mais fresco for um ovo, maior será a consistência do albúmen, logo maior qualidade terá. A unidade que se utiliza para medir a frescura do ovo é denominada de Unidade Haugh.

A qualidade do albúmen pode ser afetada pela idade das galinhas e pelas condições de armazenamento dos ovos (temperatura e tempo).

- **Unidades Haugh**

As unidades de Haugh (HU) são uma medida da qualidade interna do ovo e foram introduzidas por Raymond Haugh em 1937. A unidade de Haugh é uma expressão matemática que relaciona o peso do ovo inteiro com a altura do albúmen espesso (Haugh, 1937). Segundo a USDA (United States Department of Agriculture) os ovos

são classificados em 3 categorias, consoante o valor de unidade de HU (Figura 17). Os ovos de categoria AA são classificados como ovos de excelente qualidade e apresentam $HU \geq 75$. Os ovos de categoria A apresentam HU entre 60 – 72 e são considerados ovos de qualidade média. Por fim, os ovos de categoria B são classificados como ovos de qualidade inferior e as unidades de HU são inferiores a 60. Assim, ovos que se enquadram na categoria B são automaticamente rejeitados.

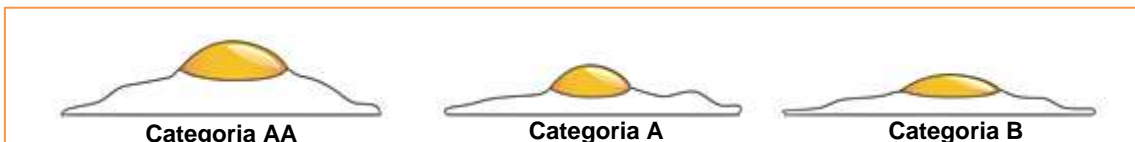


Figura 17 – Unidades de Haugh para ovos AA, A e B
Fonte: <http://dish.allrecipes.com/whats-the-deal-with-grades-of-eggs/>

2.5.2.3. Câmara de ar

A câmara de ar é outro parâmetro de qualidade que identifica a frescura de um ovo e é influenciada pela duração e temperatura de armazenamento. Sujeitar um ovo a longos períodos de armazenamento e a temperaturas inconstantes, levam a um aumento da câmara de ar, isto porque à medida que o ovo envelhece há um aumento da perda de humidade por evaporação e o conteúdo do ovo contrai-se cada vez mais. Por esta razão, é fundamental a medição da câmara de ar para comprovar se um ovo é fresco ou não.

2.5.3. Parâmetros físico-químicos

Dentro dos parâmetros físico-químicos de qualidade do ovo, enquadram-se o pH do ovo, a viscosidade, humidade, °Brix e extrato seco. Neste trabalho apenas foi estudado o pH.

A medição do pH é um parâmetro de controlo e qualidade importante na indústria alimentar, pois reflete o grau de acidez ou alcalinidade de um produto. O ovo caracteriza-se por ter um pH próximo do neutro, e é um dos poucos alimentos em que o pH pode ser superior a 7, chegando às vezes a pH 8 ou 9. Segundo Kirunda e McKee (2000), o pH de um ovo inteiro fresco, posto em menos de 24 horas, ronda os 7,31, o pH da gema fresca 5,93 e do albúmen fresco 8,95. Segundo os mesmos autores, o pH do ovo não se altera à medida que o ovo envelhece. Contudo o valor de pH do albúmen aumenta à medida que o ovo envelhece, isto deve-se às trocas gasosas (entrada de dióxido de carbono), que ocorrem do ovo para o exterior.

Um problema que se impõe com o valor de pH do ovo, é o facto deste alimento estar suscetível a contaminações microbianas.

2.5.4. Parâmetros microbiológicos

De acordo com Hui et al. (2001), os indicadores microbiológicos refletem a qualidade microbiológica dos alimentos e uma vez presentes em determinados níveis, conseguem indicar o estado de segurança do produto assim como influenciam o seu tempo de vida útil. Relativamente ao ovo de galinha, este alimento é considerado um produto suscetível de contaminações microbiológicas, daí ser de extrema importância a realização de análises microbiológicas para comprovar a frescura, segurança e qualidade alimentar do mesmo. Assim, os microrganismos que indicam a qualidade do ovo são entre outros, as *Enterobacteriaceae*, *Salmonella spp*, *Eschericia coli* (*E.coli*), bactérias coliformes, *Staphylococcus aureus* e bolores e leveduras.

- ***Enterobacteriaceae***

A família *Enterobacteriaceae* constitui um grupo grande e heterogêneo de bactérias Gram-negativas em forma de bastão, também denominadas por bacilos, são aeróbias-anaeróbias facultativas e caracterizam-se por serem fermentadores da glucose. Encontram-se presentes em solos, águas e plantas. As bactérias da família *Enterobacteriaceae* são inativadas facilmente através do uso de desinfetantes comuns sendo capazes de proliferarem rapidamente quando as condições de higienização são deficientes. Por este motivo a presença destas bactérias permite avaliar falhas no cumprimento de higienização dos equipamentos e dos espaços. (Puerta-García & Mateos-Rodríguez, 2010). Incluem organismos importantes como *Salmonella spp*, *E.coli* e coliformes.

- ***Salmonella spp***

Os ovos podem conter *Salmonella* quer no seu interior quer no seu exterior, por isso é muito importante o modo como os vamos utilizar. Quando presente num ovo, a *Salmonella* encontra-se na casca, variando o número de bactérias entre 10² e 10⁷ por casca, de acordo com o tipo de contaminação: fezes, pó ou solo (Ruivo, 2013). Quando encontrada dentro do ovo, infeta tanto a clara como a gema. Uma forma de evitar a salmonelose consiste na lavagem dos ovos.

- ***E.coli***

Tendo em conta que *E. coli* é uma bactéria que sobrevive durante pouco tempo fora do meio entérico, a sua presença nos alimentos indica contaminação fecal recente (Muro e Silva, 2012). No ovo a presença desta bactéria está associada à casca.

- **Bactérias Coliformes**

No ovo, a presença de um número elevado de bactérias coliformes pode ser indicativo de contaminação cruzada ou de um processamento inadequado. Um fator de interesse na determinação destas bactérias é o facto das bactérias coliformes persistirem mais tempo do que a *E.coli*, nos alimentos crus e nos equipamentos utilizados para a preparação destes. Através da análise das bactérias coliformes é possível confirmar com uma maior certeza se um alimento está ou não seguro (Cordeiro, 2014).

- ***Staphylococcus aureus***

A bactéria, *Staphylococcus aureus* é Gram positiva, anaeróbia facultativa, e assume uma forma de cocos. Está presente no corpo humano, nomeadamente na pele e no ar. É um indicativo de contaminações cruzadas, devido à preparação e manuseamento incorreto dos alimentos. Estudos revelam que ovos que se apresentem fissurados ou conspurcados e armazenados durante muito tempo encontram-se contaminados simultaneamente com *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* (Muro e Silva, 2012; Ruivo, 2013).

- **Bolores e Leveduras**

Os bolores e leveduras desempenham um papel importante na deterioração dos alimentos e apesar de serem considerados organismos patogénicos, o perigo para a saúde humana advém apenas da produção de micotoxinas por parte de alguns bolores. São microrganismos que proliferam rapidamente no alimento, comprometendo a qualidade do mesmo.



Figura 18 – Presença de bolores e leveduras nos ovos
Foto original

2.6. Fatores que afetam a qualidade do ovo

O ovo é considerado um alimento muito perecível, e são variados os fatores que afetam a sua qualidade. Destacam-se os fatores relacionados com a galinha, o tipo e duração de armazenamento e os fatores microbiológicos. Muitas vezes a perda de qualidade não se deve a um único fator, mas sim a uma combinação destes, colocando em risco a qualidade interna e externa do ovo.

2.6.1. Fatores relacionados com a galinha

A escolha da estirpe da galinha tem uma influência determinante na qualidade do ovo, uma vez que existem pelo menos cinco características que são afetadas pela estirpe. São elas: o tamanho e a forma do ovo, a cor e textura da casca e a qualidade interna (Bennion & Price, 1940).

A idade das galinhas é um dos principais fatores que afeta negativamente todos os parâmetros qualitativos do ovo, à exceção do peso. Em termos de peso do ovo, à medida que uma galinha envelhece o peso do ovo aumenta. Este aumento está associado ao aumento do albúmen, da gema e da casca, apesar destas mudanças ocorrerem desproporcionalmente. Aves mais velhas apresentam um maior peso de ovo e uma maior percentagem de gema, em contrapartida, a percentagem de albúmen e de casca é cada vez menor (Curtis et al., 2005). Segundo Curtis et al.(2005), o aumento do peso do ovo, em termos de percentagem de albúmen e gema, em nada afeta a concentração de sólidos totais, quer do albúmen, quer da gema. Relativamente à casca do ovo, quanto mais velha for uma galinha, pior será a qualidade da casca em termos de espessura e resistência, dada a diminuição de deposição de cálcio. Em termos de coloração esta também é afetada pela idade das galinhas, isso deve-se ao facto da quantidade de pigmento produzido reduzir com o aumento do peso do ovo, o que leva a uma distribuição irregular dos pigmentos na superfície da casca (Odabaşı et al., 2007). Em termos de pH do ovo, estudos demonstram que a idade da ave e o pH não estão correlacionados (Rossi & Pompei, 1995).

2.6.2. Fatores externos - Armazenamento

A temperatura e as condições de armazenamento do ovo são de extrema importância para conservar e manter a qualidade do mesmo, uma vez que a perda de qualidade deste produto dá-se logo após o momento de postura. À medida que um ovo envelhece diversos fatores se relacionam com a perda de qualidade, nomeadamente, a perda de peso - mais precisamente a evaporação de água e perda de CO₂, através

dos poros da casca, aumento do pH do ovo (albúmen e gema), liquefação do albúmen, distensão da membrana vitelina e aumento do volume da gema e sua descentralização (Samli et al., 2005; Silversides & Scott, 2001).

Durante o armazenamento, ocorrem reações químicas no interior do ovo, mais precisamente reações que envolvem o ácido carbônico (H_2CO_3). Este ácido dissocia-se, formando água (H_2O) e dióxido de carbono (CO_2), o que leva a um aumento de pH do albúmen até 9,7 e à sua liquefação. Relativamente à gema, esta vai aumentar de volume, devido à absorção de água proveniente da liquefação do albúmen, levando à alteração da sua forma (Figura 19). Por sua vez, o pH da gema também sofre uma alteração até 6,9 (Eunice et al., 2007; Pérez de los Cobos, 2002; Stadelman & Cotterill, 1995).



Figura 19 – Efeito do armazenamento nos ovos
Foto original

2.6.3. Fatores Microbiológicos

Segundo Pineda (2012), o ovo é considerado “praticamente estéril” antes da ovoposição, mas à medida que o ovo arrefece, os microrganismos podem contaminá-lo através da casca.

De uma forma geral, a contaminação do ovo procede-se por duas vias (Pineda, 2012):

- Transmissão vertical, transovárica ou através do oviducto – contaminação do albúmen, e/ou membrana vitelina e/ou gema por microrganismos que se encontram no ovário da galinha ou durante a passagem do ovo através do oviduto. Esta via de transmissão é consequência das bactérias que invadem o

aparelho reprodutor da galinha poedeira e é a principal via de contaminação de *Salmonella*.

- Transmissão horizontal – contaminação após a postura, cuja causa muitas vezes está relacionada com a poluição ambiental. Esta via envolve a contaminação do ovo, através dos poros da casca, quando este entra em contacto com fezes ou superfícies contaminadas. Esta é a forma mais comum para a contaminação microbiana de componentes do ovo.

Entre as duas, a transmissão vertical é mais difícil de evitar e controlar sendo, de igual modo, a mais prejudicial para a qualidade do ovo. Outro aspeto fundamental é o facto de esta via ser a principal via de contaminação de *Salmonella* que se caracteriza por ser a mais usual nos ovos. A proliferação desta bactéria pode ser travada se os ovos forem armazenados a uma temperatura de 7°C (Keener et al., 2000).

Segundo Pineda (2012) quando os ovos são armazenados e depois são colocados à temperatura ambiente, verifica-se o aparecimento de pequenas gotículas de água à superfície da casca (Figura 20), o que favorece a proliferação de fungos. Durante o armazenamento dos ovos é fundamental realizar o controlo tanto de temperatura como de humidade do ar, por forma a evitar contaminações microbiológicas.



Figura 20 – Meio propício à proliferação de fungos
Foto original

3. Materiais e Métodos

O ensaio experimental que usa avaliar o impacto da incorporação de ácidos gordos ω -3 na qualidade de ovos, sob diferentes condições de armazenamento, decorreu durante 20 semanas, na empresa ZêzerOvo. Com este estudo pretende-se analisar se em termos de qualidade os ovos enriquecidos possuem o mesmo tipo de comportamento quando comparados com os ovos sem enriquecimento. Para tal, foram realizadas análises físico-químicas na empresa ZêzerOvo e análises microbiológicas na empresa Rações Zêzere.

→ Devido ao planeamento da empresa não foi possível usar o mesmo tipo de galinha para os dois tipos de ovos produzidos, assim as galinhas que produziam os ovos sem enriquecimento correspondiam à estirpe *Lohmann Brown-Classic*, que por sua vez eram as mais velhas – 39 semanas, e as galinhas que produziam os ovos enriquecidos em ω -3 correspondiam à estirpe *H&N Brown Nick* – 29 semanas. Estes fatores de variabilidade podem ter influenciado a interpretação dos resultados obtidos.

3.1. Amostragem

Para a realização deste ensaio, foram constituídos quatro grupos: grupo A, grupo B, grupo S e grupo RZ. Estes grupos foram sujeitos a duas temperaturas de armazenamento distintas, temperatura ambiente: 18°C e ambiente refrigerado: 5°C e apresentam o seguinte delineamento:

Tabela 9 – Delineamento experimental

Grupo dos ovos	Codificação do grupo dos ovos		Condições de armazenamento
A Ovos sem ω -3	A₁		Temperatura Ambiente
	A₂		Ambiente Refrigerado
B Ovos com ω -3	B₁		Temperatura Ambiente
	B₂		Ambiente Refrigerado
S Reserva	SA Ovos de reserva s/ ω -3	SA₁	Temperatura Ambiente
		SA₂	Ambiente Refrigerado
	SB Ovos de reserva c/ ω -3	SB₁	Temperatura Ambiente
		SB₂	Ambiente Refrigerado
RZ Rações Zêzere	RZA Ovos s/ ω -3	RZA₁	Temperatura Ambiente
		RZA₂	Ambiente Refrigerado
	RZB Ovos c/ ω -3	RZB₁	Temperatura Ambiente
		RZB₂	Ambiente Refrigerado

E Extra fresco	EA Extra fresco sem ω -3
	EB Extra fresco com ω -3

Dentro de cada um dos quatro principais grupos foram formados dois subgrupos, com o intuito de separar e identificar os ovos armazenados à temperatura ambiente dos que foram armazenados em ambiente refrigerado.

O **grupo A** – correspondeu ao grupo dos ovos sem ómega-3 (s/ ω -3) e foi designado pelo código A₁, os ovos sem ω -3 armazenados à temperatura ambiente; e pelo código A₂ os ovos sem ω -3 armazenados em ambiente refrigerado. No **grupo B**, foi feita a mesma identificação, alterando apenas a letra do código de identificação, assim o subgrupo B₁ consistiu nos ovos enriquecidos em ω -3 mantidos à temperatura ambiente e o subgrupo B₂ consistiu nos ovos com ω -3 armazenados em ambiente refrigerado. Em cada um dos grupos A e B foram analisados 400 ovos divididos pelas quatro classes de ovos, isto é, foram analisados 200 ovos armazenados à temperatura ambiente e 200 ovos armazenados em ambiente refrigerado.

O **grupo S** – correspondeu ao grupo dos ovos de reserva. Este grupo foi dividido entre os ovos de reserva sem ω -3 (SA) e os ovos de reserva com ω -3 (SB). Dentro de cada um, foram também formados dois subgrupos, com o intuito de separar e identificar os ovos armazenados à temperatura ambiente dos armazenados em ambiente refrigerado. Assim, os ovos foram codificados da seguinte forma: SA₁ – ovos com ω -3 armazenados à temperatura ambiente; SA₂ – ovos com ω -3 armazenados em ambiente refrigerado; SB₁ – ovos enriquecidos em ω -3 armazenados à temperatura ambiente e SB₂ – ovos enriquecidos em ω -3 armazenados em ambiente refrigerado. Em cada um dos grupos SA e SB encontravam-se armazenados 60 ovos, nomeadamente, 30 ovos à temperatura ambiente e 30 ovos em ambiente refrigerado. O grupo S era uma salvaguarda, isto porque, se por algum motivo algum ovo do grupo A ou B, se tivesse danificado, nomeadamente partido ou rachado, era de imediato substituído por um dos ovos deste grupo S.

Por fim, o **grupo RZ** – correspondeu aos ovos que tinham como destino a Rações Zêzere. Este grupo foi dividido em RZA – ovos sem ω -3 e RZB – ovos com ω -3. Estes dois grupos foram subdivididos em RZA₁ – ovos sem ω -3 armazenados à temperatura ambiente; RZA₂ – ovos sem ω -3 armazenados em ambiente refrigerado; RZB₁ - ovos enriquecidos em ω -3 armazenados à temperatura ambiente e RZB₂ – ovos

enriquecidos em ω -3 armazenados em ambiente refrigerado. Em cada um dos grupos RZA e RZB, encontravam-se armazenados 120 ovos.

Na Tabela 10 são apresentados o total de ovos utilizados durante o ensaio experimental.

Tabela 10 – Total de ovos utilizados durante o ensaio

Grupo dos ovos	A		B		S				RZ			
	A ₁	A ₂	B ₁	B ₂	SA		SB		RZA		RZB	
					SA ₁	SA ₂	SB ₁	SB ₂	RZA ₁	RZA ₂	RZB ₁	RZB ₂
Nº de ovos	200	200	200	200	30	30	30	30	60	60	60	60
Total entre grupos	400		400		60		60		120		120	
Total	1160											

Para além destes ovos, foi ainda identificado um outro grupo, designado pelo grupo dos ovos **extra frescos (E)**. Este grupo foi subdividido em EA – ovos extra frescos sem ω -3 e EB – ovos extra frescos enriquecidos com ω -3. O grupo E englobava os ovos que eram colocados e analisados no próprio dia de postura, daí não ter sido necessário subdividir os grupos nas diferentes temperaturas de armazenamento. Foram identificados 200 ovos EA e 200 ovos EB, perfazendo um total de 400 ovos extra frescos.

Em todo o ensaio experimental foram identificados e pesados um total de 1.560 ovos, em que apenas 1.440 foram sujeitos a testes de controlo de qualidade, pois não foram sujeitos a análises os ovos do grupo S. O total de ovos analisados, encontravam separados nas 4 diferentes classes de ovos. Na Tabela 11, encontra-se a distribuição dos ovos analisados nas diferentes classes.

Tabela 11 – Distribuição dos ovos nas diferentes classes de classificação

Tamanho do ovo		S	M	L	XL
Peso		<53	≥ 53 e <63	≥63 e <73	≥73
Grupo A	A ₁	0	70	126	4
	A ₂	0	73	118	9
	RZA ₁	0	24	34	2
	RZA ₂	0	23	34	3
	SA ₁	0	11	16	3
	SA ₂	0	13	14	3
	Total	0	214	342	24
Grupo B	B ₁	2	96	97	5
	B ₂	0	54	125	21
	RZB ₁	0	28	31	1
	RZB ₂	0	32	27	1
	SB ₁	0	12	18	0
	SB ₂	0	17	13	0
	Total	2	239	311	28
Grupo E	EA	0	36	126	28
	EB	1	53	126	10
Total		1	89	252	38

3.1.1. Perfil de ácidos gordos ómega-3 dos ovos

No estudo realizado, tanto os ovos enriquecidos como os ovos sem enriquecimento foram sujeitos a análises realizadas pela empresa Controlvet Segurança Alimentar S.A., de modo a provar o enriquecimento e constatar as alterações no perfil de ácidos gordos dos ovos.

3.2. Descrição do procedimento seguido durante o ensaio experimental

O ensaio experimental decorreu de três formas distintas:

- Pesagem dos ovos
- Testes de controlo de qualidade do ovo
- Análises microbiológicas

Tanto a pesagem dos ovos como os testes de controlo de qualidade do ovo foram realizadas semanalmente na ZêzerOvo. Relativamente às análises microbiológicas, estas foram realizadas mensalmente na empresa Rações Zêzere.

Nos testes de controlo de qualidade do ovo foram analisados 10 ovos de cada grupo, isto é, 10 ovos do grupo A₁, A₂, B₁ e B₂ e para além destes, também foram analisados 10 ovos Extra Frescos (EA e EB). Assim, semanalmente eram sujeitos a testes de controlo de qualidade 60 ovos.

Relativamente, às análises microbiológicas foram analisados 12 ovos dos grupos RZA e RZB, perfazendo um total de 48 ovos analisados mensalmente.

3.3. Controlo de qualidade dos ovos

No laboratório da ZêzerOvo foram realizados testes de controlo de qualidade do ovo, avaliando-se os seguintes parâmetros físico – químicos e organoléticos:

- Peso do ovo
- Câmara de ar
- Altura do Albúmen
- Unidades Haugh
- Manchas de sangue
- Manchas de carne
- Cor da gema
- pH do ovo

No laboratório da Rações Zêzere realizaram-se análises microbiológicas e análises químicas. As análises microbiológicas consistiram na:

- Contagem de Microrganismos a 30°C
- Contagem de bactérias coliformes
- Contagem de *Escherichia coli*
- Contagem de *Staphylococcus aureus*
- Contagem de Enterobacteriaceae
- Pesquisa de Salmonella
- Contagens de Bolores e Leveduras

3.3.1. Análises físico – químicas dos ovos

As análises físico-químicas dos ovos começaram pelo registo informático num programa chamado QMC + EggWare dos dados relativos à proveniência dos ovos, data de postura, pavilhão de origem, lote, operador que realizou os testes, sistema de produção e identificação do Centro de Classificação. Iniciando-se de seguida o teste de controlo de qualidade do ovo.

- **Pesagem dos ovos**

A pesagem dos ovos foi feita com recurso a uma balança digital.

- **Deteção de rachas**

Foi realizada uma inspeção visual a todos os ovos, de modo a rejeitar aqueles que apresentassem defeitos externos, nomeadamente, os que estivessem conspurcados e os que apresentassem rachas ou estivessem quebrados.

- **Medição da Altura do Albúmen:**

Após a pesagem, partiu-se o ovo numa superfície de vidro sem relevo ou inclinação, para que a clara se pudesse espalhar livremente e não houvesse nenhum obstáculo que impedisse a inspeção visual do ovo. Procedeu-se, de seguida, à avaliação da qualidade interna do ovo. Para tal, foi medido a altura do albúmen em milímetros utilizando um medidor de unidades de HU (Figura 21). Esta medição foi feita o mais próximo possível da gema, com cuidado para não romper a mesma. A conversão do peso e da altura do albúmen do ovo para unidades de HU foi feita automaticamente pelo software QMC + EggWare, aplicando a seguinte fórmula (Haugh, 1937):

$$HU = 100 \times \log (h - 1,7 w^{0,37} + 7,6)$$

onde:

- h – altura observada do albúmen em mm
- w – peso do ovo em g



Figura 21 – Medição da altura do albúmen
Foto original

- **Cor da gema**

Relativamente, à coloração da cor da gema, esta foi classificada segundo a escala de Roche, utilizado um leque colorímetro Roche (Figura 22). O leque encontra-se composto por 15 graduações, sendo que a 1ª graduação corresponde ao amarelo claro e a 15ª ao laranja avermelhado. Para a identificação da respetiva coloração da gema, esta foi comparada com as graduações de cor existentes no leque e o seu valor foi registado.



Figura 22 – Leque colorímetro Roche
Foto original

- **pH do ovo**

A medição do pH do ovo foi feita com recurso a um medidor de pH da marca HANNA e o seu valor foi registado.

3.3.2. Análises microbiológicas

Como referido anteriormente, as análises microbiológicas foram realizadas na ZêzerOvo e consistiram no envio mensal de 12 ovos do grupo RZA e RZB.

As análises começaram com a limpeza dos ovos com álcool, e de seguida foram abertos para um saco e colocados no *stomacher* durante 30 segundos, de forma a ficar uma mistura homogénea.

O segundo passo consistiu na transferência de 1 mL da mistura de ovo para 5 placas de Petri. Cada placa foi identificada da seguinte forma, a primeira para a determinação de microrganismos a 30°C, a segunda para a contagem de bactérias coliformes (*E.coli*), a terceira para a contagem de *Enterobacteriaceae*, a quarta para a contagem de *Staphylococcus aureus* e a quinta placa para a contagem de bolores e leveduras. Após a identificação das placas foi colocado o respetivo meio de cultura, nomeadamente, PCA – contagem de microrganismos a 30°C, Coli ID – contagem de bactérias coliformes, VRBG – contagem de *Enterobacteriaceae*, B Parquer – contagem de *Staphylococcus aureus* e DRBC – contagem de bolores e leveduras. Relativamente à contagem de *Salmonella spp.* colocou-se 25 g de mistura de ovo num saco misturador ao qual se adicionou 225 mL de água peptonada tamponada.

De seguida, as placas e o saco da *Salmonella* foram colocados numa estufa consoante a temperatura e período propício ao desenvolvimento de cada microrganismo (Tabela 12).

Tabela 12 – Tempo e temperatura de desenvolvimento de cada microrganismo

	Tempo	Temperatura
Microrganismos a 30°C	72 h	30°C
Bactérias coliformes	48 h	37°C
<i>Enterobacteriaceae</i>	4 h	37°C
<i>Staphylococcus aureus</i>	48 h	37°C
Bolores e Leveduras	5 dias	25°C
<i>Salmonella spp</i>	24 h	41,5°C

No fim do período de incubação realiza-se uma inspeção visual às placas e contabilizam-se as colónias presentes. No caso da *Salmonella*, retiram-se 500 µL do saco e colocam-se no equipamento MiniVidas durante 45 minutos para a obtenção do resultado.

3.3.3. Limites de aceitação

Relativamente aos limites de aceitação, a ZêzerOvo tem estipulado para cada parâmetro o seu valor (Tabela 13), tendo por base a legislação em vigor.

Tabela 13 – Limite de aceitação de cada parâmetro de qualidade

Parâmetros	Limite de Aceitação
Microbiológicos	
• Nº de Microrganismos a 30C	• $\leq 10^3$ ufc/g
• Bactérias coliformes	• < 1 ufc/g
• <i>E.coli</i>	• < 1 ufc/g
• <i>Enterobacteriaceae</i>	• ≤ 1 ufc/g
• <i>Salmonella spp</i>	• Negativo em 25 g
• <i>Staphylococcus aureus</i>	• < 1 ufc/g
• Bolores e Leveduras	• < 1 ufc/g
Físico – Químicos e Organoléticos	
• pH do ovo	• 7 – 8,5
• pH da clara	• $\leq 9,4$
• Altura da câmara de ar	• < 6 mm
• Altura do albúmen	• ≥ 4 mm *
• Unidades Haugh	• ≥ 60 *
• Cor da gema (escala de Roche)	• 12 a 15
Defeitos internos *	
• Manchas de sangue	• 10%
• Manchas de carne	• 10%

* Média dos valores obtidos nas amostras analisadas

Tabela adaptada ZêzerOvo

3.4. Análise estatística dos resultados

A análise estatística dos resultados foi realizada através do programa estatístico SAS System (Statistical Analysis Software), tendo-se efetuado a análise de variância (ANOVA) e, posteriormente, o teste de Tukey para comparação dos valores médios obtidos. Os resultados dos testes foram calculados com um nível de significância de 95 % de probabilidade de erro, e considerou-se significativa a diferença entre as amostras sempre que p-value $< 0,05$.

4. Apresentação e discussão dos resultados

Os resultados de seguida apresentados encontram-se divididos em três partes. A primeira parte corresponde aos resultados obtidos para os ovos extra frescos, a segunda parte corresponde aos resultados analisados semanalmente para os ovos enriquecidos em ω -3 e sem enriquecimento e, por fim, a terceira e última parte corresponde aos resultados obtidos das análises microbiológicas.

4.1. Evolução dos parâmetros de qualidade dos ovos extra fresco

Durante as 20 semanas em que decorreu o ensaio experimental foram analisados semanalmente ovos extra frescos (ovos postos no próprio dia), nomeadamente ovos enriquecidos com e sem enriquecimento em ω -3, com o objetivo de avaliar em termos qualitativos a evolução da qualidade dos ovos à medida que as galinhas envelhecem e se o enriquecimento afeta os parâmetros qualitativos. Estes resultados permitiram também avaliar se os ovos produzidos foram ao encontro dos valores de referência estabelecidos nos manuais de produção das respetivas galinhas. Na Tabela 14 encontra-se a média dos parâmetros qualitativos analisados para os respetivos ovos em estudo. No Anexo I são apresentados os resultados obtidos semanalmente para os ovos extra frescos.

Tabela 14 – Avaliação das propriedades físico-químicas dos ovos extra frescos

Tipo de Ovo	Câmara de ar (mm)	Peso ovo * (g)	Altura albúmen (mm)	Unidades HAUGH	Machas sangue	Manchas carne	Cor gema * (Escala de Roche)	pH
Extra Fresco sem ω -3	1,1 \pm 0,10	67,1 \pm 2,15	11,6 \pm 0,83	104,0 \pm 3,83	0,2 \pm 0,34	0,4 \pm 0,40	14,3 \pm 0,55	7,2 \pm 0,12
Extra Fresco com ω -3	1,1 \pm 0,10	65,3 \pm 1,56	11,8 \pm 0,59	105,4 \pm 2,91	0,2 \pm 0,24	0,3 \pm 0,25	14,6 \pm 0,25	7,2 \pm 0,09

* Diferenças significativas: p-value < 0,05

A análise dos parâmetros de qualidade dos ovos é de extrema importância para a indústria avícola, mais precisamente para os produtores, atendendo a que o controlo de qualidade permite avaliar se a produção está a ocorrer em consonância com o planificado e se os parâmetros de qualidade estão dentro dos limites de aceitação. É, portanto, fundamental realizarem-se análises qualitativas e microbiológicas para o controlo destes parâmetros. Outro aspeto importante na realização deste tipo de análises é o facto de estas demonstrarem, ao consumidor final, que o produto produzido segue todas as normas exigidas de segurança alimentar, o que se traduz num bem alimentar de elevada qualidade.

Relativamente aos ovos extra frescos, a avaliação da frescura apresenta um aspeto decisivo na compra deste tipo de alimento. Através da análise da Tabela 14 e do Anexo I é possível fazer uma comparação entre os ovos extra frescos sem enriquecimento em ω -3 com os que foram enriquecidos em ω -3. Esta comparação permite-nos verificar a evolução dos parâmetros de qualidade dos ovos à medida que as galinhas envelhecem.

Durante as 20 semanas do ensaio o peso do ovo apresentou diferenças significativas (p -value<0,05) entre as amostras estudadas, mais precisamente, os ovos sem enriquecimento apresentaram um peso um pouco superior. Este facto está relacionado com a idade das galinhas, isto é, de acordo com os estudos realizados por Padhi et al. (2016); Silversides & Scott (2001), à medida que uma galinha envelhece, o peso do ovo produzido também aumenta. Assim, os resultados obtidos encontram-se em concordância com os resultados obtidos por estes autores, uma vez que os ovos mais pesados correspondiam às galinhas mais velhas – galinhas que produziam os ovos sem enriquecimento (Tierzucht, 2016). Outro dos aspetos que se verificam através da análise da Tabela 14 é que o peso do ovo está diretamente relacionado com a idade da galinha e não com o tipo de enriquecimento dos ovos. De acordo com os manuais de manejo, os pesos dos ovos obtidos encontram-se dentro dos limites de aceitabilidade.

Em termos da altura do albúmen os valores obtidos foram bastante semelhantes (p -value>0,05). Relativamente a este parâmetro é importante destacar que este não é influenciado pelo tipo de enriquecimento do ovo, mas sim pela idade da galinha. Este parâmetro tem uma correlação negativa com a idade da galinha, pois à medida que a galinha envelhece, a consistência do albúmen formado diminui, podendo mesmo afirmar-se que a clara se torna mais lassa com a idade das aves (Silversides & Budgell, 2004; Williams, 1992). Consequentemente, o valor das unidades de Haugh de ovos extra frescos diminui com o aumento da idade da galinha poedeira (Jin et al., 2011; Pope et al., 1960). Ambas as amostras se encontram dentro dos limites de aceitação impostos pela empresa.

Relativamente à câmara de ar, verificou-se que o valor médio deste parâmetro foi igual para os dois tipos de ovos produzidos (p -value>0,05), podendo afirmar-se que independentemente do tipo de ovo produzido e da ave, o ovo apresenta sempre uma câmara de ar igual ou superior a 1 e este parâmetro não está condicionado pelo incremento da idade da galinha.

Quanto às manchas, tanto de sangue como de carne, em ambos os ovos, enriquecidos e não enriquecidos, as amostras não apresentaram diferenças significativas ($p\text{-value}>0,05$). Em termos de aparecimento de manchas nos ovos, segundo autores como Anderson & Cuthin-Evans, (1991); Gerber, (2005); Jacob et al. (2011) o aparecimento de manchas aumenta com a idade da galinha e está condicionado a fatores ambientais e de *stress*, mas também se encontram relacionados com a estirpe da ave e com o tipo de alimentação, nomeadamente rações ricas em vitamina A e K desencadeiam o aparecimento de manchas.

Relativamente à cor da gema, destaca-se o facto dos ovos enriquecidos apresentarem um valor médio superior quando comparados com os ovos sem enriquecimento ($p\text{-value}<0,05$). Este resultado está alinhado com o estudo realizado por Coorey et al. (2015), no qual o autor afirma que a coloração da gema do ovo está diretamente relacionada com o tipo de ração fornecida à galinha, mais precisamente, com a quantidade de carotenóides e xantofilas. Os ovos enriquecidos apresentaram um valor médio superior, devido à ração fornecida às galinhas, pois esta ao conter uma composição diferente, mais precisamente, possuir uma quantidade superior de pigmentos (carotenóides), leva a que a intensidade da cor seja superior. Importa destacar que este parâmetro, não é influenciado pelo tipo de enriquecimento, mas sim pela composição da ração fornecida.

Por fim, quanto ao pH, não se verificaram diferenças entre as amostras ($p\text{-value}>0,05$) e os valores obtidos foram os que estiveram em maior concordância com a bibliografia, mais precisamente com o estudos realizados por Kirunda & McKee, (2000) e Silversides & Scott, (2001) que constataram que o pH dos ovos postos em menos de 24 horas, ou seja, os ovos denominados como extra frescos varia entre 7,2 – 7,4 e o pH do ovo não é afetado pelo tipo de estirpe e idade da galinha, nem pelo tipo de enriquecimento do ovo.

4.2. Evolução dos parâmetros de qualidade dos ovos com e sem enriquecimento em ω -3 ao longo do tempo de conservação

Como referido anteriormente os ovos foram sujeitos a diferentes temperaturas de armazenamento e foram analisados semanalmente. Com o intuito de permitir uma melhor perceção do visionamento dos resultados, estes são apresentados em formato de gráfico de dispersão, à exceção dos gráficos da frequência de manchas de sangue e de carne.

4.2.1. Peso dos ovos

Na Figura 23 são apresentados os valores médios do peso dos ovos, em gramas, para cada um dos quatro grupos: A₁ – s/ω-3 (T° Ambiente), A₂ – s/ω-3 (T° Frio), B₁ – c/ω-3 (T° Ambiente), e B₂ – c/ω-3 (T° Frio).

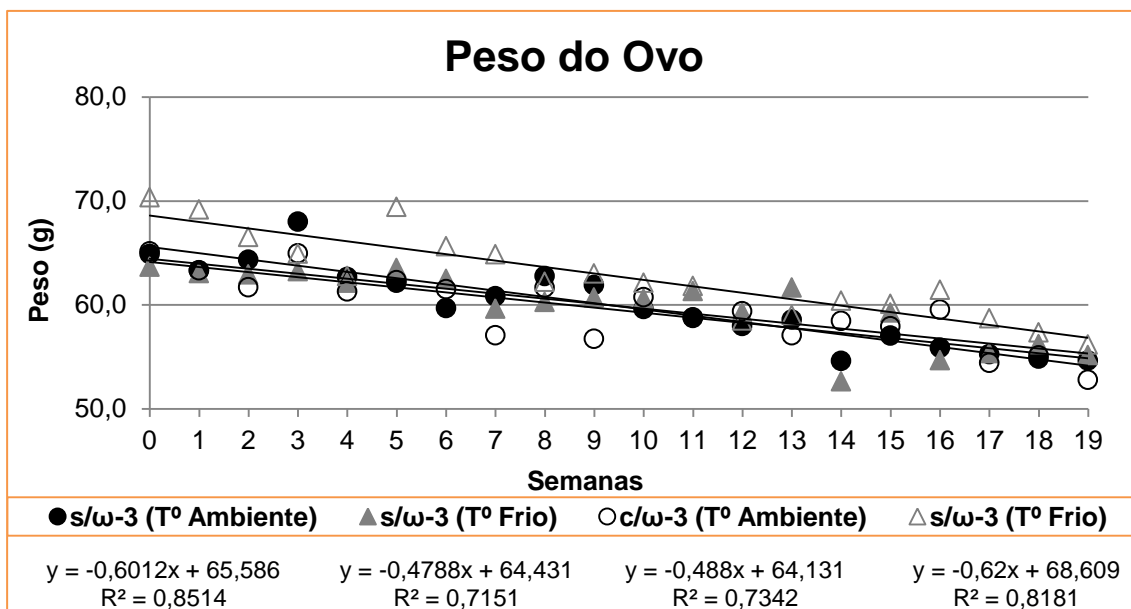


Figura 23 – Evolução do peso dos ovos ao longo de 20 semanas

Relativamente aos ovos armazenados a diferentes temperaturas de armazenamento, através da análise da Figura 23 é possível verificar que ao longo das 20 semanas de estudo houve um decréscimo linear semelhante para as quatro amostras analisadas e, em média, o peso dos ovos diminuiu 15%.

A temperatura de armazenamento teve influência na perda de peso ($p\text{-value} < 0,05$), isto porque os ovos que se encontravam armazenados no frio tiveram uma menor perda de massa quando comparados com os ovos armazenados à temperatura ambiente. Os resultados obtidos vão ao encontro dos resultados obtidos por Akter et al., (2014); Jin et al., (2011) que relataram que ovos armazenados por longos períodos sofrem uma redução do peso do ovo e esta é motivada pela evaporação que se dá através da casca, mais concretamente pela descentralização da gema e pela perda de água e solventes por parte dos componentes do ovo. É possível ainda verificar que a presença de ω-3 não alterou o padrão de perda de peso.

4.2.2. Câmara de ar

Na Figura 24 são apresentados os resultados obtidos da medição da câmara de ar em milímetros.

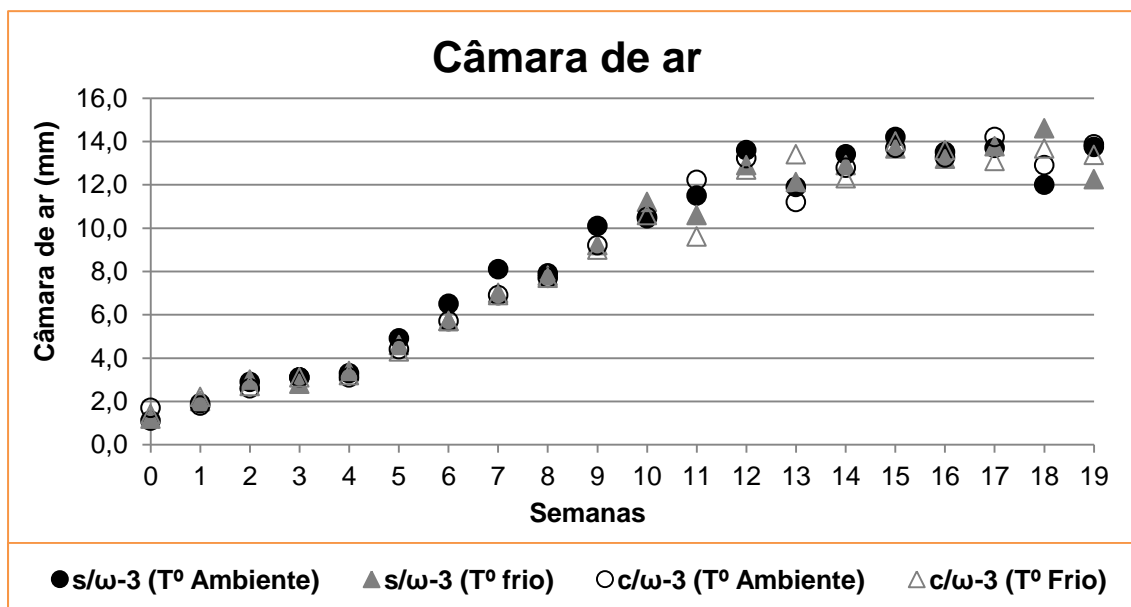


Figura 24 – Resultados obtidos da medição da câmara de ar

Em termos de câmara de ar verifica-se que houve um aumento proporcional até à 11ª semana, isto é, à medida que o tempo de armazenamento aumentava, a câmara de ar aumentou uma unidade, em média, por semana. Por volta da 11ª – 12ª semana é possível constatar que o comportamento da câmara de ar se alterou um pouco, passando de uma tendência linear para uma tendência constante. Esta alteração é explicada pelo facto que a partir destas semanas algumas das medições realizadas atingiram o valor máximo de 15 mm. Entretanto os valores da câmara de ar não demonstraram diferenças significativas ($p\text{-value} > 0,05$) entre as duas temperaturas estudadas e o tipo de enriquecimento dos ovos, isto porque tanto a temperatura como a presença de ω -3 não influenciam o padrão de comportamento da câmara de ar. Esta observação não está de acordo com os estudos realizados por Grashorn, (2016) e Samli et al., (2005) que verificaram que ovos armazenados à temperatura ambiente possuem uma câmara de ar superior aos ovos armazenados no frio. É importante destacar que só ao final de 6 semanas de armazenamento é que foi atingido o limite de aceitação imposto pela ZêzerOvo e pelo Regulamento nº 589 de 23 junho de 2008. Por este motivo, a partir da 6ª semana, em termos de câmara de ar, os ovos não podem ser comercializados como categoria A, passando assim a serem comercializados e classificados como categoria B.

4.2.3. Altura do Albúmen

Na Figura 25, é apresentada a evolução da altura do albúmen, em milímetros, para cada um dos quatro grupos de ovos estudados.

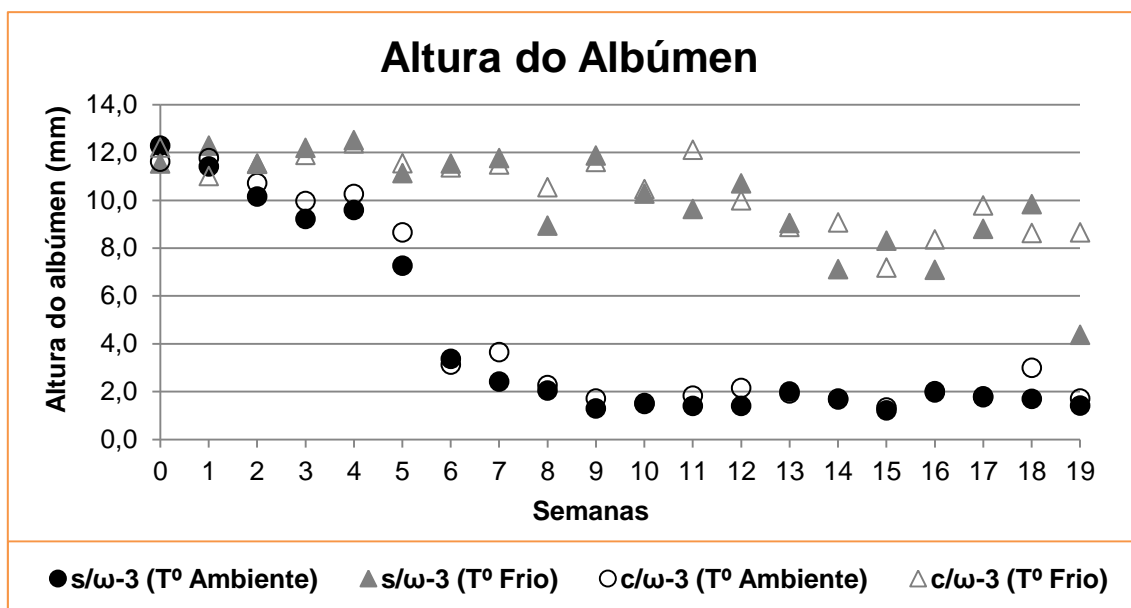


Figura 25 – Evolução da altura do albúmen

Em relação à altura do albúmen verificaram-se diferenças entre as amostras armazenadas à temperatura ambiente das que foram armazenadas em ambiente refrigerado ($p\text{-value} < 0,05$), podendo afirmar-se que a altura do albúmen foi significativamente afetada pela duração de armazenamento. Através da análise da Figura 25 verifica-se que a altura do albúmen não seguiu uma tendência linear, diminuindo consideravelmente nos ovos armazenados à temperatura ambiente, sendo que esta diminuição foi mais acentuada a partir da 5ª semana de armazenamento. Foi a partir desta semana que foi atingido o limite de aceitação imposto pela ZêzerOvo. Em relação aos ovos refrigerados, a altura do albúmen não sofreu uma diminuição tão acentuada, passando de uma altura inicial de 12 mm para cerca de 8 mm, sendo que nestes ovos o limite de aceitação de ≥ 4 mm não foi atingido ao longo das 20 semanas de estudo. A razão que justifica a diminuição do albúmen deve-se à perda de água do albúmen para a gema do ovo. Resultados semelhantes foram demonstrados por Akter et al., (2014); Samli et al., (2005); Silversides & Scott, (2001), em que durante o envelhecimento dos ovos a perda de água é influenciada pela duração do armazenamento, temperatura, humidade relativa e porosidade da casca, levando assim a uma diminuição do albúmen. Para a indústria alimentar, o controlo da altura do albúmen é um parâmetro fundamental para o sucesso do desenvolvimento de determinados produtos, uma vez que, caso a altura do albúmen não seja a pretendida, a formação e estabilização de espumas fica comprometida. No que se refere à

presença de ω -3, verifica-se que este fator não influencia o padrão de variação da altura do albúmen.

4.2.4. Unidades Haugh

Através da medição do peso dos ovos e da altura do albúmen é possível obter as respetivas unidades de Haugh, representadas na Figura 26.

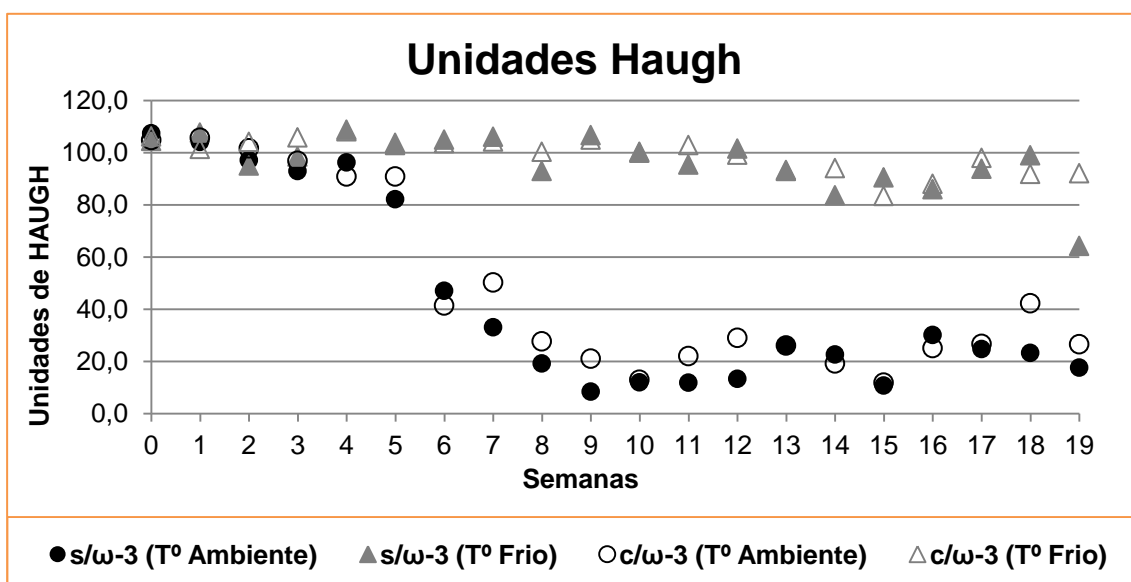


Figura 26 – Resultados obtidos das unidades de HU

Quanto às unidades de Haugh, existiram diferenças significativas entre as amostras (p -value<0,05), mas quando comparadas com a altura do albúmen os valores não apresentaram grandes diferenças, observando-se um perfil de variação idêntico. Durante as 20 semanas de estudo, os ovos armazenados no frio apresentaram em média um valor de 100 Haugh, enquanto os ovos armazenados à temperatura ambiente, a partir da 5ª semana, apresentaram um valor médio de 30 Haugh. Assim, os ovos armazenados em ambiente refrigerado mantiveram a sua categoria AA (ovos de excelente qualidade), enquanto os ovos armazenados à temperatura ambiente passaram a ser classificados como categoria B (ovos de qualidade inferior). Também aqui, o facto de os ovos terem sido enriquecidos com ω -3 não causou alterações no perfil de variação das unidades de Haugh.

4.2.5. Cor da gema

Relativamente à cor da gema, os resultados obtidos são apresentados na Figura 27.

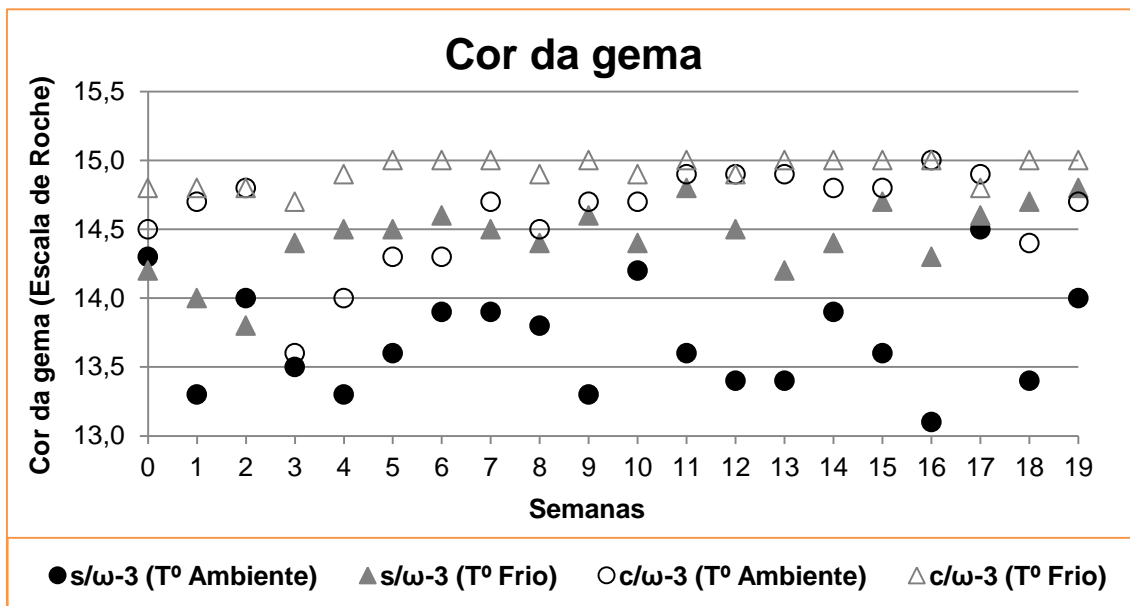


Figura 27 – Resultados obtidos da cor da gema de acordo com a escala de Roche

No presente estudo foi observada a evolução da cor da gema a diferentes temperaturas de armazenamento. Observou-se que este parâmetro foi aquele que apresentou uma maior variabilidade entre as amostras analisadas, e que a temperatura e a duração de armazenamento não tiveram qualquer influência na pigmentação da gema ($p\text{-value} < 0,05$), isto é demonstrado através da observação dos resultados obtidos para as quatro amostras estudadas. De acordo com o que já foi referido, a cor da gema depende essencialmente da ração fornecida à galinha, mais precisamente do conteúdo de xantofilas das rações. Quanto maior for a quantidade de xantofilas- carotenóides e vitamina E, menor será a perda de intensidade da gema, isto porque, estas matérias-primas atrasam e previnem a oxidação dos pigmentos presentes na ração e na gema de ovo (Mohiti-Asli et al., 2010). Os resultados obtidos encontram-se em consonância com os resultados obtidos por Akter et al., (2014), mas não se encontraram em concordância com os resultados obtidos por Carranco-Jáuregui et al., (2006) e Jin et al., (2011), que indicam que ocorrem mudanças de cor da gema quando os ovos são armazenados por longos períodos de tempo, mais precisamente nos ovos que se encontram armazenados a 20°C (temperatura ambiente). Os limites de aceitação impostos pela ZêzerOvo para este parâmetro de qualidade não foram ultrapassados durante o estudo realizado.

4.2.6. pH do ovo

No referente aos resultados obtidos da medição do pH do ovo, estes encontram-se apresentados na Figura 28.

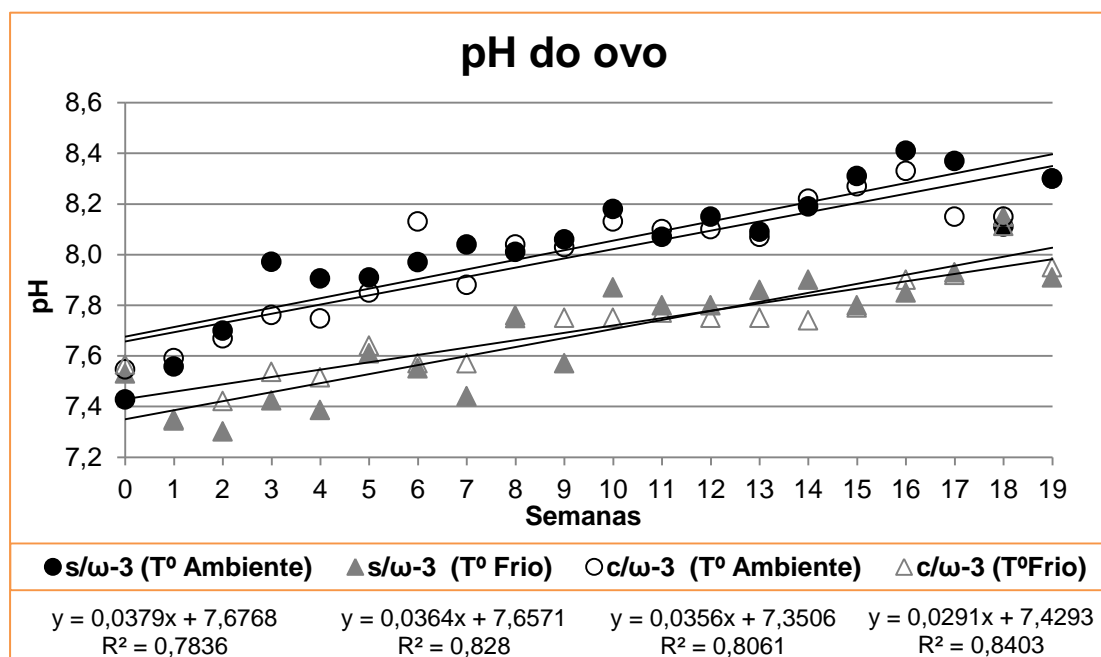


Figura 28 – Resultados obtidos da medição do pH do ovo

Com a medição do pH do ovo verificou-se que a variação do pH segue uma tendência linear, isto é, com o aumento da temperatura e do tempo de armazenamento, os valores de pH aumentam consideravelmente ($p\text{-value} < 0,05$). Com a análise da Figura 28 verifica-se que os ovos armazenados a uma temperatura ambiente possuem um pH superior (7,4 – 8,4), uma vez que neste meio as trocas gasosas entre o ovo e o meio circundante são favorecidas. O aumento do pH ocorre devido ao aumento da evaporação e das trocas de dióxido de carbono dos ovos. Enquanto nos ovos armazenados no frio, os valores de pH aumentam, mas não são tão significativos (7,4 – 8,0), isto porque a taxa de difusão de dióxido de carbono dos ovos é menor. Também é possível constatar através da mesma figura que o tipo de ovo produzido, nomeadamente com e sem enriquecimento em ω -3, não influencia o valor de pH. Os resultados obtidos estão de acordo com os verificados por outros autores Akter et al.,(2014); Jin et al.,(2011); Silversides & Budgell, (2004) e Silversides & Scott, (2001). Destaca-se o facto, de ao longo do estudo, nunca ter sido atingido o valor limite de pH imposto pela empresa, logo os ovos mantiveram a classificação de categoria A.

4.2.7. Frequência do aparecimento de manchas

Relativamente ao aparecimento de manchas a apresentação dos resultados é feita com recurso a um gráfico de frequências, de modo a facilitar a visualização dos mesmos. Na Figura 29 e Figura 30 são apresentados respetivamente a frequência do aparecimento de manchas de sangue e carne nos ovos em estudo.

4.2.7.1. Manchas de sangue

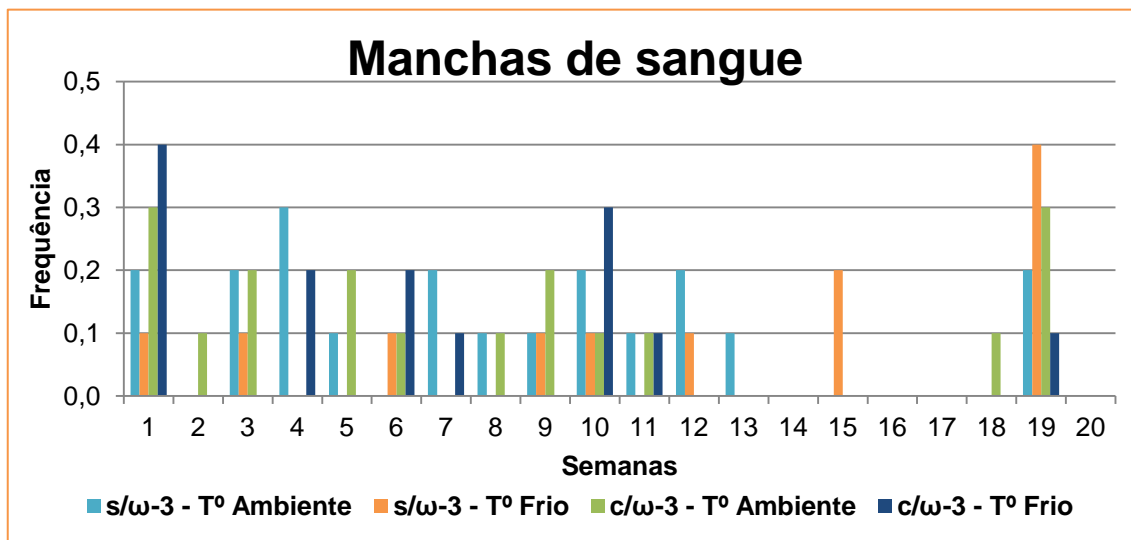


Figura 29 – Frequência de manchas de sangue

4.2.7.2. Frequência de manchas de carne

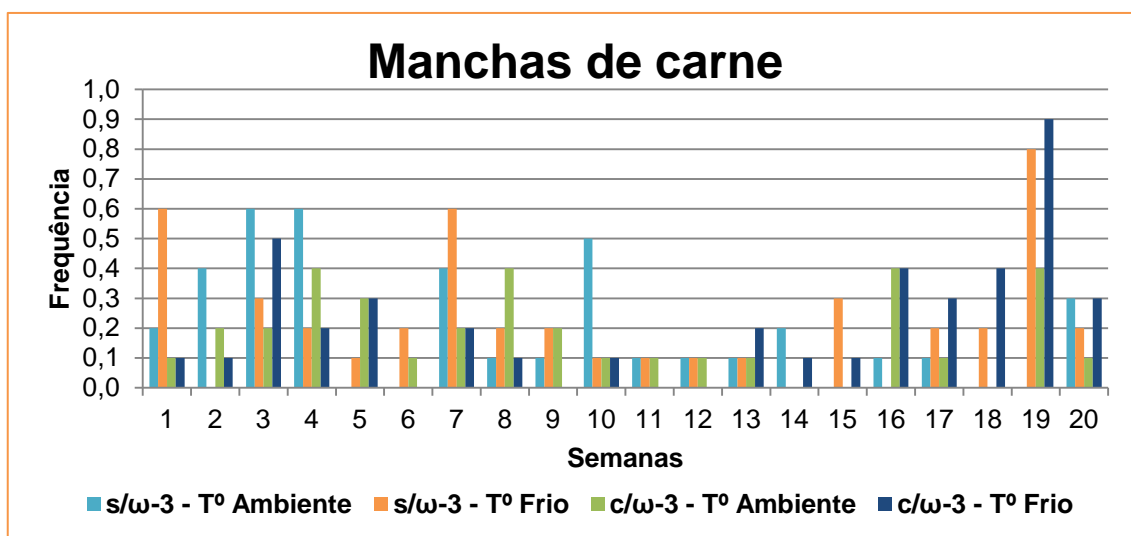


Figura 30 – Frequência de manchas de carne

A análise da frequência de manchas, tanto de sangue como de carne (Figura 29 e Figura 30), permitiu observar que é mais provável encontrarem-se manchas de carne nos ovos do que de sangue e o aparecimento de manchas não é influenciado pelo tipo de ovo produzido, o que vai ao encontro do que foi referido na bibliografia. Quanto aos limites de aceitação impostos pela empresa, estes foram ultrapassados praticamente em todas as semanas, com mais prevalência nas manchas de carne.

4.3. Análises microbiológicas

Quanto às análises microbiológicas, é apresentada uma única tabela (Tabela 15) que reúne os resultados de todos os grupos de ovos (A₁, A₂ e B₁, B₂), uma vez que não houve qualquer tipo de alteração em termos microbiológicos ao longo das 20 semanas de estudo. No Anexo II são apresentados os resultados obtidos das análises microbiológicas dos respetivos grupos de ovos.

Tabela 15 – Resultados das análises microbiológicas

	Mês 0	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4
Contagem de Microrganismos a 30°C	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g
Contagem de <i>E.coli</i>	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g
Contagem de <i>Staphylococcus aureus</i>	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g
Contagem de <i>Enterobacteriaceae</i>	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g
Pesquisa de <i>Salmonella</i>	Negativo em 25 g	Negativo em 25 g	Negativo em 25 g	Negativo em 25 g	Negativo em 25 g
Contagens de Bolores e Leveduras	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g

Os resultados das análises microbiológicas encontram-se em conformidade com os limites exigidos pela ZêzerOvo e constatou-se que durante o estudo realizado não existiram contaminações microbiológicas que pudessem afetar a validade e qualidade microbiológica dos ovos. Pode, portanto, afirmar-se que as duas temperaturas de armazenamento e a duração do mesmo, não tiveram efeito na microbiota do ovo.

4.4. Perfil de ácido gordo do ovo enriquecido em ômega-3

Quando comparamos o perfil de ácidos gordos dos ovos sem enriquecimento ω -3 (Tabela 16) com os ovos enriquecidos em ω -3 (Tabela 17) verifica-se que os ovos enriquecidos fornecem 17 vezes mais ω -3 do que os ovos normais. Por causa do aumento do conteúdo de ácido gordo ω -3, os ovos enriquecidos em ω -3 contêm mais ácidos gordos polinsaturados do que os ovos ditos “normais”. Apesar do conteúdo de ômega-3 poder variar entre as diferentes marcas de ovos, o número de calorias e a quantidade de gordura total é similar à dos ovos normais. Alguns dos ovos enriquecidos em ω -3 contêm um pouco menos colesterol do que os normais (Morris, 2003).

O consumo de um ovo enriquecido em ω -3 fornece aproximadamente um quarto (21% – 28%) da ingestão adequada de ALA para os homens e um terço (31% – 34%) da ingestão adequada de ALA para mulheres (Morris, 2003).

Tabela 16 – Perfil de ácidos gordos de ovos sem enriquecimento

Ovo de galinha sem enriquecimento	
Valores por 100 g de parte edível	
Lípidos (g)	8,1
• Saturados (g)	2,37
• Monoinsaturados (g)	4,27
• Polinsaturados(g)	1,46
• DHA (mg)	< 20
• EPA (mg)	< 20
• Ómega-3 (mg)	30

Tabela adaptada de Controlvet Segurança Alimentar S.A.

Tabela 17 – Perfil de ácidos gordos de ovos enriquecidos em ômega-3

Ovo de galinha com enriquecimento em ômega-3	
Valores por 100 g de parte edível	
Lípidos (g)	8,7
• Saturados (g)	2,74
• Monoinsaturados (g)	3,96
• Polinsaturados(g)	2,00
• Ómega-3 (mg)	530

Tabela adaptada de Controlvet Segurança Alimentar S.A.

5. Conclusão

A realização da presente dissertação permitiu-me obter diversas conclusões. A primeira conclusão a retirar com o estudo desenvolvido diz respeito aos testes de frescura realizados aos ovos extra frescos (ovos colocados e analisados no próprio dia), mais precisamente à comparação dos parâmetros de qualidade dos ovos enriquecidos em ω -3 e dos ovos sem enriquecimento. Através desta comparação, foi possível concluir que os parâmetros qualitativos não são afetados pelo enriquecimento em ω -3 do ovo. O mesmo não se pode concluir quanto à estirpe e idade da galinha, uma vez que à medida que a galinha envelhece os parâmetros qualitativos vão se degradando, particularmente a altura do albúmen, unidades de Haugh e o aparecimento de manchas.

Com a análise dos parâmetros qualitativos e microbiológicos dos ovos enriquecidos em ω -3 e sem enriquecimento, foi possível concluir que a temperatura e a duração do armazenamento tiveram influência em alguns destes parâmetros. Nomeadamente, com o aumento do tempo de armazenamento, o peso do ovo diminuiu, a câmara de ar aumentou, a altura do albúmen e as unidades de Haugh diminuíram e o pH do ovo aumentou. Por outro lado, a cor da gema, a frequência de manchas e os resultados das análises microbiológicas não foram afetados pelas condições de armazenamento.

Foi também possível concluir que ao final das 20 semanas de estudo, foram atingidos os limites de aceitação impostos pela ZêzerOvo para os seguintes parâmetros: câmara de ar, altura do albúmen e unidades de Haugh. Em termos de câmara de ar, os limites de aceitação foram ultrapassados pelas 4 amostras analisadas. Quanto à altura do albúmen e unidades de Haugh, os limites impostos só foram ultrapassados pelos ovos armazenados à temperatura ambiente.

Relativamente ao perfil de ácidos gordos dos ovos, foi possível concluir que os ovos enriquecidos em ω -3 produzidos pela ZêzerOvo contêm 17 vezes mais ómega-3 do que os ovos sem enriquecimento.

Por fim, conclui-se que o enriquecimento em ácidos gordos polinsaturados ómega-3 dos ovos não teve influência nos resultados dos parâmetros qualitativos.

6. Bibliografia

- Agrícola, O. (2011). A Produção e Comercialização de Ovos em Portugal. Retrieved July 4, 2017, from http://www.observatorioagricola.pt/item.asp?id_item=103
- Agricultural Marketing Service, U. S. D. of A. (USDA). (2000). Egg-Grading Manual. *Agricultural Handbook*, (75), 38–39.
- Ahn, D. U., Suwoo, H. H., Wolfe, F. H., & Sim, J. S. (1995). Effects of Dietary α -Linolenic Acid and Strain of Hen on the Fatty Acid Composition, Storage Stability, and Flavor Characteristics of Chicken Eggs. *Poultry Science*, 74(4), 1540–1547.
- Akter, Y., Kasim, A., Omar, H., & Sazili, A. Q. (2014). Effect of Storage Time and Temperature on The Quality Characteristics of Chicken Eggs. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 12(October), 87–92.
- Alshafe, M. M., Kassem, S. S., Abdelkader, M. M., & Hanafi, E. M. (2015). Flaxseed as functional food. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 6(4), 1944–1951.
- Altunas, E., & Sekeroglu, A. (2008). Effect of egg shape index on mechanical properties of chicken egg. *Food Engineering*, 85(1), 606–612.
- Anderson, K. E., & Cuthin-Evans, H. R. (1991). *Inclusion Rate of Blood and Meat Spots of All Sizes in White and Brown Egg Layers Pre and Post-Molt*. North Carolina State University - Dept of Poultry Science.
- Anton, M. (2007). Composition and Structure of Hen Egg Yolk. In R. Huopalahti, R. López-Fandiño, M. Anton, & R. Schade (Eds.), *Bioactive Egg Compounds* (pp. 1–6). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Bell, D. D. (2002). *Commercial Chicken Meat and Egg Production*. (W. D. W. Donald D. Bell, Ed.) (5th ed.). Springer Science & Business Media.
- Bennett, C. D. (1992). The Influence of Shell Thickness on Hatchability in Commercial Broiler Breeder Flocks. *The Journal Of Applied Poultry Research*, 1(1), 61–65.
- Bennion, N. ., & Price, F. E. (1940). Factors Affecting Egg Quality. Oregon State System of Higher Education Agricultural Experiment Station.
- Bernacchia, R., Preti, R., & Vinci, G. (2014). Chemical Composition and Health Benefits of Flaxseed. *Austin Journal of Nutrition and Food Sciences*, 2(8), 1–9.
- Brufau, J. (1997). Yolk-the golden opportunity. *International Table Egg Production Supplement*, 5(1), 17–25.
- Carle, R., & Schweiggert, R. (2016). Feed Additives for Influencing Chicken Meat and Egg Yolk Color. In *Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages: Industrial Applications for Improving Food Color* (pp. 283–299). Woodhead Publishing.
- Carranco-Jáuregui, M. E., Sanginés-García, L., Morales-Barrera, E., Carrillo-Domínguez, S., Ávila-González, E., Fuente-Martínez, B., ... Romo, F. P. G. (2006). Shrimp head meal in laying hen rations and its effects on fresh and stored egg quality. *Interciencia*, 31(11), 822–827.
- Caston, L. J., Squires, E. J., & Leeson, S. (1994). Hen performance, egg quality, and the sensory evaluation of eggs from SCWL hens fed dietary flax. *Canadian*

- Journal of Animal Science*, 74(2), 347–353.
- Chan, E. J., & Cho, L. (2009). What can we expect from omega-3 fatty acids? *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, 76(4), 245–251.
- Clauer, P. (2017). History of the Chicken. *Penn State College of Agricultural Sciences*. Penn State Extension.
- Conway, A. (2015). Global egg consumption to rise worldwide through 2024. Retrieved July 3, 2017, from <http://www.wattagnet.com/articles/25047-global-egg-consumption-to-rise-worldwide-through-2024>
- Coorey, R., Novinda, A., Williams, H., & Jayasena, V. (2015). Omega-3 Fatty Acid Profile of Eggs from Laying Hens Fed Diets Supplemented with Chia, Fish Oil, and Flaxseed. *Journal of Food Science*, 80(1), S180–S187.
- Cordeiro, M. S. C. (2014). *Correlação entre E. coli, Coliformes Fecais e Totais e Salmonella SPP. em Alimentos Prontos a Comer*. Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz.
- Coutts, J. A., Wilson, G. C., & Fernández, S. (2007). *Optimum Egg Quality: A Practical Approach*. (G. C. Wilson, Ed.) (1st ed.).
- Crawford, R. D. (1990). Poultry genetic resources evolution, diversity and conservation. *Poultry Breeding and Genetics Elsevier*, 40–60.
- Curtis, P. A., Kerth, L. K., & Anderson, K. E. (2005). Quality and compositional characteristics of layer hens as affected by bird age. *XI European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products*, 214–219.
- Damerow, G. (1995). *Storey's Guide to Raising Chickens* (2007th ed.).
- Darwin, C. (1868). *The variation of animals and plants under domestication* (1st ed.). John Murray.
- Dawkins, M. S. (1989). Time Budgets in Red Junglefowl as a Baseline for the Assessment of Welfare in Domestic Fowl. *Applied Animal Behaviour Science*, 24, 77–80.
- Dennis, J. E., Xiao, S.-Q., Agarwal, M., Fink, D. J., Heuer, A. H., & Caplan, A. I. (1996). Microstructure of matrix and mineral components of eggshells from White Leghorn chickens (*Gallus gallus*). *Journal of Morphology*, 228(3), 287–306.
- Doughman, S. D., Krupanidhi, S., & Sanjeevi, C. B. (2007). Omega-3 fatty acids for nutrition and medicine: considering microalgae oil as a vegetarian source of EPA and DHA. *Current Diabetes Reviews*, 3(3), 198–203.
- Duarte, C. A. H. G. (2016). *O efeito do peso vivo às 17 semanas de idade de galinhas poedeiras nos parâmetros produtivos e de qualidade do ovo durante a fase de postura*. Instituto Superior de Agronomia.
- Duman, M., Sekeroglu, A., Yildirim, A., Eleroglu, H., & Camci, O. (2016). Relation Between Egg Shape Index and Egg Quality Characteristics. *Europe Poultry Science*, 80(1), 1–10.
- Eekeren, N. Van, & Saatkamp, H. W. (2006a). *Criação de galinhas em pequena escala*.

- Eekeren, N. Van, & Saatkamp, H. W. (2006b). *Small-scale chicken production. Nutrition Research*.
- Ehr, I. J., Persia, M. E., & Bobeck, E. A. (2017). Comparative omega-3 fatty acid enrichment of egg yolks from first-cycle laying hens fed flaxseed oil or ground flaxseed. *Poultry Science*, 96(1), 1–9.
- Elswyk, M. E. Van. (1997). Nutritional and physiological effects of flax seed in diets for laying fowl. *World's Poultry Science Journal*, 53(3), 253–264.
- Englert, S. (1982). Do Gallus Bankiva aos híbridos de hoje. In P. A. L. e E. A. Ltda. (Ed.), *Avicultura: Tudo sobre raças, manejo, alimentação e sanidade* (4th ed., pp. 27–33).
- Etches, E. (1995). Physiology of reproduction: The Female. In P. Hunton, *World Animal Science: Poultry Production* (pp. 221–241). Amsterdão: Elsevie.
- Eunice, C. Y., Li-Chan, & Kim, H.-O. (2007). Structure and chemical composition of eggs. In I. New Jersey, EUA: John Wiley & Sons (Ed.), *Egg Bioscience and Biotechnology* (Y. Mine, pp. 1–65). Yoshinori Mine.
- FAOSTAT. (2017). FAOSTAT. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/GM>
- Farooq, M., Mian, M. A., Ali, M., Durrani, F. R., Asghar, A., & Murqarrab, A. K. (2001). Egg traits of Fayumi birds under subtropical conditions. *Sarhad Journal of Agriculture*, 17(2), 141–145.
- Fernandes, E. A. (2014). *Características físicas e químicas de ovos provenientes de diferentes sistemas de produção*. Universidade de Lisboa - Faculdade de Medicina Veterinária.
- Fraeye, I., Bruneel, C., Lemahieu, C., Buyse, J., Muylaert, K., & Foubert, I. (2012). Dietary enrichment of eggs with omega-3 fatty acids: A review. *Food Research International*, 48(2), 961–969.
- Galobart, J., Sala, R., Rincón-Carruyo, X., Manzanilla, E. G., Vilà, B., & Gasa, J. (2004). Egg yolk color as affected by saponification of different natural pigmenting sources. *Journal of Applied Poultry Research*, 13(2), 328–334.
- Gerber, N. (2005a). Factors Affecting Egg Quality In The Commercial Laying Hen: A Review. *Poultry Industry Association of New Zealand*.
- Gerber, N. (2005b). Factors Affecting Egg Quality In The Commercial Laying Hen: A Review, 1–28.
- Gil, P., Barroeta, A. C., & Garcés, C. (2016). El huevo como alimento funcional y sus componentes. *Revista de Nutrición Práctica*, 12(A), 28–33.
- Glogal Poultry Trends 2013: European Egg Consumption Linked to Production and Population. (2014). Retrieved July 6, 2017, from <http://www.thepoultrysite.com/articles/3149/global-poultry-trends-2013-european-egg-consumption-linked-to-production-and-population/>
- Grashorn, M. (2016). Effects of Storage Conditions on Egg Quality. *Lohmann Information*, 50(May), 22–27.
- Grundy, S. M. (2003). N-3 fatty acids: Priority for post-myocardial infarction clinical trials. *Circulation*, 107(14), 1834–1836.

- Gutierrez, M. A., Takahashi, H., & Juneja, L. R. (1996). Nutritive Evaluation of Hen Eggs. In *Hen Eggs: Basic and Applied Science* (pp. 25–30). CRC Press.
- Hall, C., Tulbek, M. C., & Xu, Y. (2006). Flaxseed. *Advances In Food and Nutrition Research*, 51(1), 1–97.
- Hall, M. A. (2016). Avian Systems. In M. A. Hall (Ed.), *National 4-H Avian Bowl Manual* (Clemson Co, pp. 35–44).
- Hatta, H., Kapoor, M. P., & Juneja, L. R. (2007). *Bioactive Components in Egg Yolk. Egg Bioscience and Biotechnology*.
- Haugh, R. (1937). The Haugh Unit For Measuring Egg Quality. *U.S. Egg Poultry Magazine*, 43, 552-555-572–573.
- Herber, S. M., & Elswyk, M. E. Van. (1997). Dietary marine algae promotes efficient deposition of n-3 fatty acids for the production of enriched shell eggs. *Poultry Science*, 72(12), 1501–1507.
- Hincke, M. T., Nys, Y., Gautron, J., Mann, K., Rodriguez-Navarro, B., & McKee, M. D. (2012). The Eggshell: Structure, Composition and Mineralization. *Frontiers in Bioscience*, 17(1), 1266–1280.
- Hui, Y. H., Pierson, M. D., & Gorham, J. R. (2001). Volume 1: Bacterial Pathogens. In *Foodborne Disease Handbook* (2nd ed., pp. 25–35). Marcel Dekker, Inc.
- Hyttel, P., Sinowatz, F., Vejlsted, M., & Betteridge, K. (2009). The chicken and mouse as models of embryology. In *Essentials of Domestic Animal Embryology* (1st ed., p. 383). Elsevier Health Sciences.
- Icken, W., Schumut, M., & Preisinger, R. (2006). Dynamic stiffness measurements with the “crack detector.” *Lohmann Information*, 41(1), 13–17.
- INE. (2016). *Estatísticas Agrícolas 2015. Instituto Nacional de Estatística, I. P.*
- INE. (2017a). INE a. Retrieved July 7, 2017, from https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0006997&selTab=tab0&xlang=pt
- INE. (2017b). INE b. Retrieved July 7, 2017, from https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000917&contexto=bd&selTab=tab2
- Internaional, H. (2016). Guía de Manejo - Brown Nick Ponedoras de huevos marrones.
- Isoldi-Filho, C. a. (2005). *Aves e ovos. Sociedade Ornitológica Boletim* (Vol. 13). L.A. Souz-Soares & F. Siewerdt.
- Jacob, J. P., Miles, R. D., & Mather, F. B. (2011). Egg Quality. University of Florida - IFAS Extension.
- Jacob, J., Pescatore, T., & Cantor, A. (2013). Avian female reproductive system, (11), 1–6.
- Jin, Y. H., Lee, K. T., Lee, W. I., & Han, Y. K. (2011). Effects of Storage Temperature and Time on the Quality of Eggs from Laying Hens at Peak Production. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(2), 279–284.
- Jones, D. R., Karcher, D. M., & Abdo, Z. (2014). Effect of a commercial housing system

- on egg quality during extended storage. *Poultry Science*, 93(5), 1282–1288.
- Jorge, M. N., Ribeiro, I., & Serrano, P. (2004). A produção de ovos em Portugal , Espanha e França – Caracterização do Sector , Custos de Produção e Desafios colocados pela Directiva 1999/74/CE.
- Kaminska, B. Z., & Skraba, B. (1991). Analysis of hen types considering albumen: yolk ration and its changes during the layin cycle. *Proceedings of the 4th European Symposium on the Quality of Poultry Products II. Eggs and Egg Products*, 43–49.
- Keener, K. M., LaCrosse, J. D., Curtis, P. A., Anderson, K. E., & Farkas, B. E. (2000). The influence of rapid air cooling and carbon dioxide cooling and subsequent storage in air and carbon dioxide on shell egg quality. *Poultry Science*, 79(7), 1067–71.
- Kerrier, L. K., Caston, L. J., Leeson, S., & Holub, B. J. (1995). Alpha-Linolenic acid- and docosahexaenoic acid-enriched eggs from hens fed flaxseed: influence on blood lipids and platelet phospholipid fatty acids in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 62(1), 81–86.
- Kirunda, D. F. K., & McKee, S. R. (2000). Relating Quality Characteristics of Aged Eggs and Fresh Eggs to Vitelline Membrane Strength as Determined by a Texture Analyzer. *Poultry Science*, 79(8), 1189–1193.
- Kovacks-Nolan, J., Phillips, M., & Mine, Y. (2005). Advances in the Value of Eggs and Egg Components for Human Health. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(22), 8421–8431.
- Kramer, A. (1951). What is quality and how can it be measured: From a food technology point of view. Mktg. Research Workshop Report, Michigan State College.
- Kris-etherton, P. M., Taylor, D. S., Yu-poth, S., Huth, P., Moriarty, K., Fishell, V., ... Etherton, T. D. (2000). Polyunsaturated fatty acids in the food chain in the United States. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 1–10.
- Kristensen, M., Jensen, M. G., Aarestrup, J., Petersen, K. E., Søndergaard, L., Mikkelsen, M. S., & Astrup, A. (2012). Flaxseed dietary fibers lower cholesterol and increase fecal fat excretion, but magnitude of effect depend on food type. *Nutrition & Metabolism*, 9(1), 8.
- Lalev, M. (2013). A comparison of laying performance of egg type strains. *Archiva Zootechnica*, 2(16), 59–66.
- Lamas, A., Anton, X., Miranda, J. M., Roca-Saavedra, P., Cardelle-Cobas, A., Rodriguez, J. A., ... Cepeda, A. (2016). Technological development of functional egg products by an addition of n- 3 polyunsaturated-fatty-acid-enriched oil. *CyTA - Journal of Food*, 14(2), 289–295.
- Ledvinka, Z., Tumova, E., Arent, E., Holoubek, J., & Klesalova, L. (2000). Egg shell quality in some white-egged and brown-egged cross combinations of dominant hens. *Czech Journal of Animal Science*, 45(6), 285–288.
- Lee, J. Y., Lewis, N. M., Scheideler, S. E., & Carr, T. P. (2003). Consumption of omega-3 fatty acid-enriched eggs and serum lipids in humans. *Journal of Nutraceuticals, Functional and Medical Foods*, 4(1), 3–13.
- Leeson, S., Caston, L., & Maclaurin, T. (1998). Organoleptic Evaluation of Eggs

Produced by Laying Hens Fed Diets Containing Graded Levels of Flaxseed and Vitamin E. *Poultry Science*, 77(9), 1436–1440.

- Marion, W. W., Nordskog, A. W., Tolman, H. S., & Forsythe, R. H. (1964). Egg Composition as Influenced by Breeding, Egg Size, Age and Season. *Poultry Science*, 43(1), 25–264.
- Miranda, J. M., Anton, X., Redondo-Valbuena, C., Roca-Saavedra, P., Rodriguez, J. A., Lamas, A., ... Cepeda, A. (2015). Egg and egg-derived foods: Effects on human health and use as functional foods. *Nutrients*, 7(1), 706–729.
- Mohiti-Asli, M., Shariatmadari, F., & Lotfollahian, H. (2010). The influence of dietary vitamin e and selenium on egg production parameters, serum and yolk cholesterol and antibody response of laying hen exposed to high environmental temperature | Einfluss des gehaltes an vitamin e und selen im futter auf die legelei. *Archiv Fur Geflugelkunde*, 74(1), 43–50.
- Moiseyeva, I. G., Romanov, M. N., Nikiforov, Andrey A. Sevastanova, A. A., & Semyeniva, S. K. (2008). Evolutionary relationships of Red Jungle Fowl and chicken breeds. *Genetics Selection Evolution*, 40(June 2002), 403–423.
- Morris, D. H. (2003). The Novel Egg – Opportunities for Flax in Omega-3 Production. *Flax Council of Canada*. Retrieved from <http://www.flaxcouncil.ca/english/pdf/novelegg.pdf>
- Morris, D. H. (2007). Description and Composition of Flax. In *Flax - A Health and Nutrition Primer* (4th ed., pp. 1–13). Flax Council of Canada.
- Muro e Silva, R. F. F. (2012). *Determinação da vida útil de dois produtos de pastelaria armazenados sob diferentes condições de conservação*. Universidade Técnica de Lisboa - Faculdade de Medicina Veterinária.
- Narrod, C., Tiongco, M., & Costales, A. (2012). Global poultry sector trends and external drivers of structural change. *Poultry in the 21st Century: Avian Influenza and beyond*, 1–28.
- Neff, L., & Culiner, J. (2011). Algal docosahexaenoic acid affects plasma lipoprotein particle size distribution in overweight and obese adults. *The Journal of Nutrition*, 141, 207–213.
- NEPA-UNICAMP. (2006). *Tabela de Composição de Alimentos* (1st ed.). Centro de Segurança Alimentar e Nutrição Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge.
- Odabaşı, A. Z., Miles, R. D., Balaban, M. O., & Portier, K. M. (2007). Changes in Brown Eggshell Color As The Hen Ages. *Poultry Science*, 86(2), 356–363.
- Oguike, M. A., Igboeli, G., & Ibe, S. N. (2006). Effect of induced-moult on the number small ovarian follicles and egg production of old layers. *International Journal of Poultry Science*.
- Oku, T., Kato, H., Kunishige-Taguchi, T., Hattori, M., Wada, K., & Hayashi, M. (1996). Stability Fatty Acids of Fat and Soluble Components Properties such as n-3 Polyunsaturated and Eggs Physicochemical in EPA. *Japan Journal Nutrition*, 54(2), 109–119.
- Padhi, M. K., Chatterjee, R. N., Aunshi, S., & Rajkumar, U. (2016). Effect of Age on Egg Quality in Chicken. *Indian Journal of Poultry Science*, (48), 122–125.

- Pavlovski, Z., Skrbic, Z., Lukic, M., Vitorovic, D., Lilic, S., & Petricevic, V. (2012). Shell quality - everlasting problem in the today poultry science. *Biotech Anim Husbandry*, 28(3), 393–404.
- Pengilly, N. L. (2003). Traditional food and medicinal uses of flaxseed. In A. D. Muir (Ed.), *Flax - The genus Linum* (pp. 252–267). Taylor & Francis.
- Peréz de los Cobos, P. F. (2002). Calidad Interna Del Huevo y Su Conservación. *Lecciones Sobre El Huevo.*, 57–73.
- Pheasant, C., Vogelaar, E., Museum, N., & Naturalis, N. H. (2008). Hybrids. *Aviculture Europe*, 10.
- Pineda, F. A. D. (2012). *Aspectos Microbiológicos Del Huevo Y Sus Derivados*. Universidad Nacional Autónoma de México - Facultad de Química.
- Pintado, D. C. (2012). La vida productiva de la gallina, hoy y en el futuro, 7–12.
- Pissarra, J., Lourenço, S., González-Paramás, A. M., Mateus, N., Santos Buelga, C., Silva, A. M. S., & De Freitas, V. (2005). Isolation and structural characterization of new anthocyanin-alkyl-catechin pigments. *Food Chemistry*, 90(1–2), 81–87.
- Pope, C. W., Watts, A. B., Williams, E., & Bkunson, C. C. (1960). The Effect of the Length of Time in Production and Stage of Egg Formation on Certain Egg Quality Measurements and Blood Constituents of Laying Hens. *Poultry Science*, 39(6), 1427–1431.
- Poultry, P. T. (2017). Hybrid Hens. Retrieved from <http://www.peartreepoultry.co.uk/hybrid-hens>
- Pronavícola. (2017). Products - Ponedoras. Retrieved July 11, 2017, from <http://www.pronavicola.com/contenido/lohmannbrown>
- Puerta-García, E. A., & Mateos-Rodríguez, F. (2010). Enterobacterias. *Medicine*, 10(51), 3426–31.
- Rahman, M. A., Baoyindeliger, Iwasawa, A., & Yoshizaki, N. (2007). Mechanism of chalaza formation in quail eggs. *Cell and Tissue Research*, 330(3), 535–543.
- Rakonjac, S., Bogosavljevic-Boskovic, S., Pavlovski, Z., Skrbic, Z., Doslovic, V., Petrovic, M. D., & Petricevic, V. (2014). Laying hen rearing systems: a review of major production results and egg quality traits. *World's Poultry Science Journal*, 70(1), 93–104.
- Ramos, B. F. S. (2008). *Gema de ovo. Composição em aminos biogénicas. Influência da gema na fracção volátil de cremes de pasteleiro*. Universidade Porto - Faculdade de Farmácia.
- Reis, L. S. D. (1978). O Ovo. In *Avicultura: normas gerais sobre a exploração do frango de carne e de galinhas poedeiras* (pp. 67–175). Lisboa: Francisco Franco.
- Roland, D. A. (1980). Egg shell quality. II. Effect of dietary manipulations of protein, amino acids, energy and calcium in young hens on egg weight, shell weight, shell quality and egg production. *Poultry Science*, 59(9), 2047–2054.
- Romanoff, A. L., & Romanoff, A. (1949). *Avian Egg* (1st ed.). John Wiley & Sons Inc.
- Rossi, M., & Pompei, C. (1995). Changes In Some Egg Components and Analytical

- Values Due to Hen Age. *Poultry Science*, 1(74), 152–160.
- Ruivo, A. C. L. (2013). *A influência de Mycoplasma Gallisepticum na qualidade do ovo*. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias - Faculdade de Medicina Veterinária.
- Salomon, S. E. (1990). *Egg and Eggshell Quality*. Mosby (November 1990).
- Samli, H. E., Agma, A., & Senkoylu, N. (2005). Effects of Storage Time and Temperature on Egg Quality in Old Laying Hens. *Poultry Science*, 14(1), 548–553.
- Scheideler, S. E. (2003). Flaxseed in Poultry Diets: Meat and Eggs. In *Meat and Eggs* (2nd ed.). AOCS Publishing.
- Seidler, E. S., & Hilmi, M. (2003). Storage of Eggs. *Egg Marketing - A Guide for the Production and Sale of Eggs*, 57–62.
- Sekeroglu, A., & Altuntal, E. (2009). Effects of egg weight on egg quality characteristics. *Science of Food and Agriculture*, 89(1), 379–383.
- Seuss-Baum, I. (2007). Nutritional Evaluation of Egg Compounds. In *Bioactive Egg Compounds* (pp. 117–144). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Silva, A. D. (2014). A evolução da produção de ovos de consumo apos a 2ª Guerra Mundial no mundo ocidental. *Alimentacao Animal - IACA (PT)*, Ano 25(88), 10–17.
- Silversides, F. G., & Budgell, K. (2004). The Relationships Among Measures of Egg Albumen Height, pH, and Whipping Volume. *Poultry Science*, 83(10), 1619–1623.
- Silversides, F. G., & Scott, T. A. (2001). Effect of Storage and Layer Age on Quality of Eggs From Two Lines of Hens. *Poultry Science*, 80(8), 1240–1245.
- Simopoulos, A. P. (2000). Human Requirement for N-3 Polyunsaturated Fatty Acids. *Poultry Science*, 79(7), 961–970. Retrieved from <http://ps.oxfordjournals.org/content/79/7/961.abstract>
- Singh, K. K., Mridula, D., Rehal, J., & Barnwal, P. (2011). Flaxseed: a potential source of food, feed and fiber. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(March 2014), 210–222.
- Solom, S. E. (2002). The Oviduct in Chaos. *World's Poultry Science Journal*, 58(1), 41–48.
- Stadelman, W. J., & Coterril, O. J. (1995). *Egg Science and Technology* (4th ed.). New York: CRC Press Book.
- Stadelman, W. J., Newkirk, D., & Newby, L. (1995). Quality Identification of Shell Eggs. In *Egg Science and Techonology* (4th ed., pp. 39–40). CRC Press Book.
- Stein, B. Y. L., Tuerkischer, E., & Wertheimer, E. (1938). The air space of the hen's egg and its changes during the period of incubation. *The Journal of Physiology*, 94(3), 356–364.
- Stibilj, V., Rajšp, M. K., & Holcman, A. (1999). Fatty acid composition of eggs enriched with omega-3 fatty acids on the market, 74, 27–36.
- Tierzucht, L. (2016). Lohmann Brown-Classic - Layers Management Guide. Tierzucht, Lohmann.

- Tortuero, F. (2002). *El huevo en la nutrición y la salud* (Instituto). Instituto de Estudios del Huevo.
- Trautwein, E. (2001). n-3 Fatty acids — physiological and technical aspects for their use in food. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 103(1), 45–55.
- Vidya, & Rao, D. B. (2010). Eggs. In *A text Book of Nutrition* (p. 202). Discovery Publishing House.
- Wani, A. L., Bhat, S. A., & Ara, A. (2015). Omega-3 fatty acids and the treatment of depression: A review of scientific evidence. *Integrative Medicine Research*, 4(3), 132–141.
- Wells, R. G. (1968). The Measurement of Certain Egg Quality Characteristics: Review. In *Egg Quality: A Study of the Hen's Egg* (pp. 207–244). National Academies.
- Wikipedia. (2017). *Gallus gallus domesticus*. Retrieved July 10, 2017, from http://pt.wikipedia.org/wiki/Gallus_gallus_domesticus
- Williams, K. C. (1992). Some Factors Affecting Albumin Quality with Particular Reference to Haugh Unit Score. *Worlds Poultry Science Journal*, 48(March), 5–16.
- Wu, J. (2014). Eggs and Egg Products Processing. In *Food Processing: Principles and Applications: Second Edition* (2nd ed., pp. 437–455). John Wiley & Sons.
- Yannakopoulos, A. L., Yannakakis, S., & Yamoustaris, A. (2005). Yolk fatty acid composition of ω -3 eggs during the laying period. In *XI th European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products Doorwerth, The Netherlands* (pp. 375–378).
- ZezerOvo. (2016a). ZezerOvo. Retrieved May 23, 2017, from <http://www.zezeroovo.pt/producao>
- ZezerOvo. (2016b). ZezerOvo. Retrieved May 23, 2017, from <http://www.zezeroovo.pt/produtos/zezeroovo>

Anexos

Anexo I

Extra Fresco sem ω -3

Semana	Câmara de ar	Peso ovo	Altura albúmen	Unidades HU	Machas sangue	Manchas carne	Cor gema	pH
1º	1,1	65,8	12,0	106,2	0,4	0,3	14,2	7,0
2º	1,0	69,4	12,1	106,1	0,0	0,4	14,5	7,0
3º	1,1	63,1	12,4	108,3	0,1	0,1	14,8	7,2
4º	1,0	63,9	11,6	104,5	0,1	0,5	14,9	7,1
5º	1,0	68,4	12,4	107,3	0,2	0,1	14,9	7,1
6º	1,3	63,8	11,6	104,8	0,1	0,4	14,9	7,2
7º	1,0	68,6	12,0	105,7	0,1	0,0	14,6	7,3
8º	1,0	71,7	12,5	107,2	0,0	0,6	15,0	7,1
9º	1,1	68,2	12,3	106,8	0,0	0,1	14,3	7,1
10º	1,0	69,7	12,2	106,4	0,2	0,2	14,2	7,2
11º	1,0	66,6	12,3	107,1	0,1	0,4	13,7	7,3
12º	1,3	67,2	11,2	102,4	0,0	0,3	12,9	7,4
13º	1,2	68,0	11,8	104,9	0,1	0,2	14,5	7,3
14º	1,2	65,3	11,7	104,5	0,3	0,1	13,4	7,2
15º	1,0	66,0	11,7	97,1	0,2	0,1	14,6	7,2
16º	1,1	67,3	11,2	102,4	0,0	0,3	14,3	7,3
17º	1,1	66,5	10,5	98,5	0,5	0,2	13,8	7,2
18º	1,1	68,1	9,8	94,3	1,5	1,8	14,3	7,4
19º	1,2	66,9	9,8	100,7	0,4	0,7	14,3	7,1
Média	1,1	67,1	11,6	104,0	0,2	0,4	14,3	7,2
	±	±	±	±	±	±	±	±
	0,10	2,15	0,83	3,83	0,34	0,40	0,55	0,12

Extra Fresco com ω -3

Semana	Câmara de ar	Peso ovo	Altura albúmen	Unidades HU	Machas sangue	Manchas carne	Cor gema	pH
1º	1,1	61,7	12,0	106,9	0,0	0,6	14,9	7,1
2º	1,0	63,0	11,3	103,7	0,2	0,1	14,7	7,1
3º	1,0	64,1	12,3	107,7	0,2	0,2	14,6	7,1
4º	1,1	65,2	11,7	105,4	0,1	0,6	14,8	7,1
5º	1,1	64,6	12,0	106,5	0,1	0,3	13,8	7,2
6º	1,0	64,7	12,1	106,5	0,2	0,3	14,7	7,1
7º	1,1	64,0	11,8	105,9	0,0	0,2	14,8	7,2
8º	1,1	64,7	11,9	106,0	0,3	0,5	14,7	7,3
9º	1,1	64,4	12,0	106,7	0,1	0,0	14,7	7,3
10º	1,2	66,6	12,5	107,9	0,2	0,3	14,5	7,4
11º	1,1	65,1	12,4	107,7	0,0	0,0	14,9	7,3
12º	1,3	66,1	12,4	107,5	0,2	0,6	14,5	7,2
13º	1,1	65,4	12,4	107,7	0,1	0,1	14,6	7,2
14º	1,2	66,5	11,8	104,8	0,3	0,3	14,7	7,3
15º	1,2	66,2	11,9	105,8	0,2	0,2	14,5	7,3
16º	1,2	68,1	12,0	105,6	0,3	0,2	14,7	7,2
17º	1,2	67,5	11,7	104,7	0,3	0,3	14,3	7,1
18º	1,4	66,2	10,5	97,9	1,1	1,0	14,7	7,3
19º	1,1	66,7	10,3	97,8	0,1	0,3	14,5	7,1
Média	1,1	65,3	11,8	105,4	0,2	0,3	14,6	7,2
	±	±	±	±	±	±	±	±
	0,10	1,56	0,59	2,91	0,24	0,25	0,25	0,09

Anexo II

Ovos sem ω -3 – T° Ambiente					
	Mês 0	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4
Contagem de Microrganismos a 30°C	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g
Contagem de <i>E.coli</i>	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g
Contagem de <i>Staphylococcus aureus</i>	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g
Contagem de <i>Enterobacteriaceae</i>	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g
Pesquisa de <i>Salmonella</i>	Negativo em 25 g	Negativo em 25 g	Negativo em 25 g	Negativo em 25 g	Negativo em 25 g
Contagens de Bolores e Leveduras	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g

Ovos sem ω -3 – T° Frio					
	Mês 0	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4
Contagem de Microrganismos a 30°C	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g
Contagem de <i>E.coli</i>	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g
Contagem de <i>Staphylococcus aureus</i>	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g
Contagem de <i>Enterobacteriaceae</i>	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g
Pesquisa de <i>Salmonella</i>	Negativo em 25 g	Negativo em 25 g	Negativo em 25 g	Negativo em 25 g	Negativo em 25 g
Contagens de Bolores e Leveduras	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g

Ovos com ω -3 – T° Ambiente					
	Mês 0	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4
Contagem de Microrganismos a 30°C	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g
Contagem de <i>E.coli</i>	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g
Contagem de <i>Staphylococcus aureus</i>	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g
Contagem de <i>Enterobacteriaceae</i>	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g
Pesquisa de <i>Salmonella</i>	Negativo em 25 g	Negativo em 25 g	Negativo em 25 g	Negativo em 25 g	Negativo em 25 g
Contagens de Bolores e Leveduras	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g

Ovos com ω -3 – T° Frio					
	Mês 0	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4
Contagem de Microrganismos a 30°C	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g
Contagem de <i>E.coli</i>	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g
Contagem de <i>Staphylococcus aureus</i>	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g
Contagem de <i>Enterobacteriaceae</i>	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g
Pesquisa de <i>Salmonella</i>	Negativo em 25 g	Negativo em 25 g	Negativo em 25 g	Negativo em 25 g	Negativo em 25 g
Contagens de Bolores e Leveduras	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g	<1 UFC/g